



Jun
2017

Caractérisation des pratiques et des impacts de la gestion des matières de Toilettes Sèches Mobiles



Étude coordonnée par Toilettes Du Monde

En partenariat avec :

Le Réseau de l'Assainissement Écologique
L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon
Labocéa – Laboratoire public territorial
Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains

Rapport



REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'ensemble des membres des comités de pilotage et de suivi pour leur implication et leurs contributions constructives.

Nous remercions également les 4 prestataires de toilettes sèches mobiles qui se sont beaucoup investis dans l'étude en participant à la collecte d'informations. D'autres membres du RAE ont aussi participé à la relecture de ce rapport et nous les remercions.

Comité de pilotage :

Isabelle DÉPORTES - ADEME
Rémy BAYARD – Laboratoire DEEP / INSA de Lyon
Catherine LOYSANCE-PAROUX - LABOCEA
Michèle LEGEAS - EHESP
Steve JONCOUX - RAE
Yannig JAOUEN - RAE
Anne DELMAIRE et Florent BRUN – TDM

Autres intervenants :

Pascale NAQUIN - PROVADEMSE / CEFREPADE
Fabien ESCULIER - LEESU
Annie GUERNION - Humusséo - RAE
Qiong HE - Stagiaire de Toilettes Du Monde
Célia CAMPAN – Service Civique à Toilettes Du Monde
Antinéa AIRIEAU - Stagiaire INSA de Lyon
Bintou OUATTARA - EHESP

Nous tenons également à remercier les personnes ayant participées au co-financement de l'étude pour TDM : Danielle Blais, Corinne Lelabousse et Vincent Martin.

CITATION DE CE RAPPORT

Auteurs : Florent BRUN et Anne DELMAIRE, Chargés de projets à Toilettes Du Monde, Qiong HE, Stagiaire au LEESU et à l'association Toilettes Du Monde, Steve JONCOUX, Coordinateur de l'étude pour le RAE, Rémy BAYARD, Enseignant-chercheur Laboratoire DEEP - INSA de Lyon, Fabien Esculier, Doctorant au LESSU.

2017. Caractérisation des matières issues des Toilettes Sèches Mobiles et des risques sanitaires des filières d'assainissement associées. 153 pages.

Ce document est diffusé par l'ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 1406C0024

Étude réalisée par Toilettes du Monde, le Réseau de l'Assainissement Écologique et l'Institut National des Sciences Appliquées et le Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains pour ce projet cofinancé par l'ADEME

Coordination technique - ADEME : DEPORTES Isabelle

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	8
Abstract.....	9
Introduction	10
Partie I : État des lieux des pratiques d'assainissement des matières de toilettes sèches mobiles	11
1. Contexte de l'état des lieux	11
1.1. Généralités.....	11
1.1.1. Propos introductifs	11
1.1.2. Les toilettes sèches mobiles : genèse et définition.....	11
1.1.3. Le métier de « prestataire » de TSM	12
1.2. Les TSM : quel contexte réglementaire ?.....	12
1.2.1 La réglementation existante concernant les systèmes de toilettes sèches	12
1.2.2 Quelles autres réglementations/encadrements pertinents ?	15
1.2.3 Droit du travail associé aux TSM	16
1.3. Méthodologie de l'état des lieux des pratiques.....	16
2. État des lieux des pratiques des prestataires	19
2.1. Panel et Profil des prestataires.....	19
2.2. Le parc de TSM	21
2.3. Les prestations : prix et contenu.....	23
2.4. Type d'évènements et fréquentation	25
2.5. Présence et activité sur le site de l'évènement	26
2.6. Type de résidus et réceptacles utilisés.....	28
2.7. Vidanges et mesures d'hygiènes sur site	31
2.8. Transport des résidus issus des TSM et des urinoirs	34
2.9. Mode de gestion des résidus issus des TSM et des urinoirs	35
3. État des lieux des pratiques chez les commanditaires	39
3.1. Le profil des commanditaires et des évènements organisés	39
3.2. La perception des TSM par les commanditaires	42
3.3. Les prestations de TSM.....	43
3.4. La collecte et le stockage des matières des TSM	44
3.5. Les mesures d'hygiènes	46
3.6. Le transport et la valorisation des matières.....	46
3.7. Synthèse	48
4. Choix des filières à suivre	48
4.1. Critères et choix des filières.....	48
4.1.1. Critères de sélection.....	48
4.1.2. Filières retenues.....	49
4.2. Définition des trois filières.....	49

4.2.1.	Filière Urine Pure	49
4.2.2.	Filières « excréta + litière »	50
Partie II : Impacts sanitaires potentiels de la gestion des matières de Toilettes Sèches Mobiles (Hors usages par les particuliers)		52
1.	Contexte, objectifs, méthode.....	52
2.	Analyse de l'encadrement juridique relatif à l'assainissement en termes de prévention des risques en santé.....	53
2.1.	Les textes relatifs à l'assainissement en général	53
2.2.	Les aspects de prévention des risques sanitaires associés à ces textes	53
2.3.	Réglementation sur les Toilettes Sèches	53
2.4.	Conclusion et recommandations	54
3.	Analyse de la filière « Toilettes Sèches Mobiles » : élaboration des schémas d'exposition.....	54
3.1.	Rappel sur la filière et ses usages.....	54
3.2.	Dans le cas des TSM, les matières traitées et tamisées peuvent être valorisées à la parcelle. Élaboration des schémas conceptuels d'exposition	55
3.2.1	La collecte	55
3.2.2	La pré-vidange	57
3.2.3	Le transport	58
3.2.4	Le traitement	59
3.2.5	Valorisation	63
3.3.	Synthèse	64
4.	Analyse des risques spécifiques éventuels liés à la filière toilettes sèches mobiles	65
4.1.	Recherche bibliographique sur les agents infectieux présents dans le cadre de l'usage des TSM	65
4.1.1.	Les pathogènes à caractère réglementaire	65
4.1.2.	Centre National de Référence	66
4.1.3.	Mode de transmission	66
4.2.	Proposition d'agents infectieux pertinents à suivre	66
4.2.1.	Autres paramètres à suivre : physico-chimiques, agronomiques et pharmaceutiques	68
4.2.2.	Analyse des risques au regard des différentes expositions recensées	68
4.3.	Proposition de collecte de données supplémentaires	69
Partie III : Caractérisation des matières issues des Toilettes Sèches Mobiles et des risques sanitaires des filières d'assainissement.....		70
1.	Rappel du contexte d'analyse	70
1.1.	Généralités.....	70
1.2.	Les évènements, prestataires et filières de suivies	72
1.2.1.	Répartition évènement – prestataires	72
1.2.2.	Définition des filières	73
1.2.3.	Répartition par filière et type d'évènement	73

1.3.	Synthèse bibliographique sur les réglementations couvrant la gestion des excréta dans le monde	74
1.4.	Rapprochement avec la problématique des toilettes sèches urbaines : le projet OCAPI	75
2.	Enquête de perception de l'exposition aux risques par les usagers et professionnels.....	75
2.1.	Objet de l'enquête.....	75
2.2.	Méthodologie	75
2.3.	Principales conclusions de l'enquête.....	76
3.	Analyse des flux	77
3.1.	Dimensionnement du maillon « collecte »	77
3.1.1.	Sur les 6 évènements de l'étude.....	77
3.1.2.	Recommandations sur le dimensionnement des dispositifs de collecte.....	79
3.2.	Flux entrants et sortants des maillons « collecte », « transport » et « traitement »	79
3.2.1	Sur les 6 évènements de l'étude.....	79
3.2.2	Extrapolation à 32 évènements	80
3.2.3	Recommandations de dimensionnement sur le maillon collecte	81
3.2.4	Maillon traitement.....	81
4.	Analyses des indésirables – Modèle « MODECOM ».....	86
4.1.	La grille de tri.....	86
4.2.	Résultats d'analyse	87
4.3.	Conclusion	90
5.	Analyse de composition globale des matières	91
5.1.	Paramètres de suivies des résidus, protocoles d'échantillonnage et méthode de caractérisation	91
5.1.1.	Les paramètres suivis	91
5.1.2.	Développement du protocole	93
5.1.3.	Codification des échantillons	94
5.1.4.	Analyses de la campagne d'échantillonnage.....	95
5.1.5.	Bilan des échantillons réellement collectées	96
5.2.	Caractéristiques sur les Phases Liquides (F1 et F2).....	98
5.2.1.	Caractéristiques physico-chimiques en phase liquide (F1 et F2)	98
5.2.2.	Caractéristiques microbiologiques en phase liquide (F1 et F2).....	106
5.3.	Analyse sur les Phases Solides (F3 et F4).....	108
5.3.1.	Mesures d'activités respiratoires.....	108
5.3.2.	Caractéristiques physico-chimiques et agronomiques en phase solide (F3 et F4)	113
5.3.3.	Caractéristiques microbiologiques en phase solide (F3 et F4).....	119
5.4.	Analyse de la présence de stupéfiants	125
5.5.	Cas particuliers E8 et E9	131
5.6.	Éléments d'estimation des risques	131
5.6.1.	Maillon collecte / prévidange / transport	131

5.6.2.	Maillon traitement.....	132
5.6.3.	Maillon valorisation.....	132
5.6.4.	Synthèse d'estimation des risques	133
6.	Recommandations	133
6.1.	Rappel des résultats de la caractérisation.....	133
6.2.	Par maillons	135
6.2.1.	Maillon collecte.....	135
6.2.2.	Maillon transport.....	136
6.2.3.	Maillons traitement et valorisation.....	136
	Conclusion	139
	Références bibliographiques	140
	Index des tableaux	143
	Index des figures	144
	Sigles et acronymes	147
	Glossaire.....	148
	Tables des annexes	151

RÉSUMÉ

La toilette sèche mobile (TSM) est une toilette sans apport d'eau de dilution ou de transport ni produit chimique, qui est amenée à être déplacée et dont les matières font l'objet d'une valorisation agricole. Les matières issues des TSM peuvent être liquides et/ou solides. Elles sont considérées comme des ressources et traitées en conséquence pour participer au recyclage de la biomasse et des nutriments. Aujourd'hui, les filières de gestion des matières produites sont méconnues et ne disposent pas de cadre réglementaire.

Dans ce contexte, l'étude a permis de développer les connaissances sur le fonctionnement des filières et les impacts de la gestion des matières produites par les TSM. Pour cela, un suivi *in situ* (comprenant une caractérisation des flux et une évaluation des risques sanitaires) pendant 2 ans des 4 filières qui ont été estimées comme représentatives des pratiques en France suite à la réalisation d'un état des lieux national auprès des prestataires de TSM et des organisateurs d'événements a été réalisé.

La caractérisation des flux et des risques des matières issues des 4 filières suivies (urines pures, urines + matière carbonée, excréta + matière carbonée en plate-forme individuelle, excréta + matière carbonée en plate-forme collective) mène aux résultats suivants :

- Sur le volet sanitaire, au vu des résultats de l'étude rien de particulier n'est mis en exergue au regard des consignes et règles d'hygiène générales pour les filières « eaux usées/excréta » d'une part et de protection des travailleurs contre des poussières pouvant contenir des agents biologiques dangereux d'autre part.
- Concernant, les différents maillons des 4 filières d'assainissement suivies, plusieurs recommandations sont émises pour encadrer les pratiques de gestion des matières liquides d'un côté et des matières solides d'un autre côté.
- Des recommandations de dimensionnement des dispositifs de collecte et des flux associés sont également élaborées en fonction de la typologie des événements.
- 2 types de filières (individuelles et collectives) performantes sont identifiés pour traiter puis valoriser les matières.
- Enfin, il convient de s'interroger avec les parties prenantes concernées sur l'identification et le statut des matières de TSM afin de clarifier leur accès à des plates-formes de compostage collectives dans l'objectif d'un passage à grande échelle (comprenant les toilettes sèches urbaines).

C'est dans ce cadre que les productions de l'étude passent par la réalisation d'un set d'outils de communication sur les bonnes pratiques de l'assainissement des matières de TSM à destinations de (i) les commanditaires, (ii) les prestataires et (iii) le grand public. Ces outils sont téléchargeables en ligne sur les sites du RAE et de TDM.

Mots clés : Toilettes sèches mobiles – excréta – urine - plate-forme de compostage - hygiénisation – valorisation – filière de gestion des excréta – réglementation sanitaire – impact sanitaire

ABSTRACT

Mobile dry toilet (TSM) is a toilet without water inlet for dilution or transports even no chemicals. TSM is made to be moved and whose by-products are subject to an agricultural use. Byproducts from the TSM may be liquid and / or solid. They are considered as resources and treated accordingly to participate in the recycling of biomass and nutrients. Today, the byproducts management channels are unknown and lack of regulatory framework.

In this context, lack of knowledge about the functioning of the sector and the impact of the management of byproducts is targeted. This study aims to improve the knowledge of the in situ monitoring of 4 branches which were estimated to be representative of practices in France following the implementation of a national baseline with TSM providers and event organizers.

The overall objective of the study is to improve sanitation sector of the byproducts of mobile dry toilets. In this context, the strategy carried out was as follows:

- Study report on the condition of the sanitation practices of TSM byproducts management.
- Health risk assessment on 4 predominant practices.
- The characterization of flow and risk of 4 TSM kinds of byproducts on 4 different practices, subject of this report.
- Production of a set of communication tools on best practices of sanitation TSM byproducts.

Characterization of flow and risks of byproducts from 4 different practices (pure urine, urine + carbonaceous material, carbonaceous material in excreta on single composting platform, excreta + carbonaceous material in collective composting platform) leads to the following results:

- On the health aspect, given the results of the study nothing particular is highlighted in terms of general hygiene guidelines and rules for sectors “wastewater / excreta” on one hand and protection of workers against dust that may contain hazardous biological agents on the other hand.
- Concerning the different links of the 4 followed sanitation practices, several recommendations are made to frame liquids management practices on the one hand and solids on the other hand.
- Design recommendations for collection and associated flow devices are also being developed.
- 2 types of performing practices (individual and collective composting platform) are identified and confirmed to treat and develop the byproducts (liquid or solid).
- Finally, the study highlights a question with relevant stakeholders on the identification and the status of TSM byproducts to clarify their access to collective composting platforms.

Keywords: Mobile Dry toilets - excreta - urine - composting platform - sanitation - valuation - management sector excreta - health regulations - health impact

INTRODUCTION

En France, les toilettes sèches mobiles (TSM) se sont développées de manière importante depuis le début des années 2000. Cette filière d'assainissement des excréta a rencontré un gros succès notamment dans le milieu de l'événementiel (festival, foire, salon...) et plus récemment sur les chantiers de Bâtiment et Travaux Publics (BTP). La France est pionnière à l'échelle européenne dans le développement des toilettes sèches mobiles dans des contextes événementiels. La filière de traitement des matières produites par les TSM mobiles est en général réalisée par un processus de compostage. Les acteurs de ce domaine se structurent petit à petit, au sein du Réseau de l'Assainissement Écologique (RAE), en faisant face aux différentes problématiques rencontrées : approvisionnement en matière carbonée (nécessaire pour un bon processus de compostage), gestion des matières, gestion des volumes ou encore gestion de l'entretien et de la maintenance des infrastructures sur toute la durée de l'événement.

Ainsi, l'objectif du présent rapport est de caractériser les pratiques et les impacts de la gestion des matières de Toilettes sèches mobiles afin d'améliorer les filières d'assainissement des matières produites. Pour cela, l'ambition est de développer les connaissances nécessaires pour alimenter la mise en place d'un cadre réglementaire adapté puis de proposer des recommandations techniques et réglementaires aux acteurs de terrain concernés.

Un état des lieux des pratiques a été réalisé en 2014-2015 grâce à la consultation des prestataires de TSM et d'organismes d'événement. La caractérisation des pratiques a permis de cibler 4 filières représentatives pour la gestion des matières. Ce sont ces 4 filières qui ont été suivies pendant la période 2015-2016 auprès de 4 prestataires sur 7 événements.

Préalablement à la mise en œuvre de campagnes de terrains, une étude d'impacts sanitaires potentiels de la gestion des matières a été réalisée. Cette étude s'est basée sur des schémas d'exposition et une analyse des risques spécifiques encourus par les opérateurs de TSM. Ces travaux ont permis d'identifier pour chaque maillon de chacune des filières des indicateurs à suivre afin de caractériser les risques et impacts éventuels.

Après un rappel sur le contexte d'analyse et les analogies avec des problématiques similaires, le rapport présente les résultats de l'enquête sociologique réalisée pendant la campagne de terrain de l'été 2015, sur les perceptions de l'exposition aux risques sanitaire et environnemental par les usagers et professionnels des TSM ; ensuite les protocoles d'échantillonnage et la méthode de caractérisation sont détaillés afin de produire une analyse des flux et une analyse multicritère dont l'objectif est d'apporter en fin de rapport des éléments solides pour l'évaluation des impacts et la production de recommandations.

PARTIE I : ÉTAT DES LIEUX DES PRATIQUES D'ASSAINISSEMENT DES MATIÈRES DE TOILETTES SÈCHES MOBILES

1. Contexte de l'état des lieux

1.1. Généralités

1.1.1. Propos introductifs

Le présent rapport d'état des lieux est la première partie de l'étude « Caractérisation des pratiques et des impacts de la gestion des matières de Toilettes Sèches Mobiles ». Il fait le point sur les pratiques des structures disposant (« Prestataires ») et faisant usage (« Commanditaires ») de Toilettes Sèches Mobiles (TSM).

Il doit servir de base au ciblage des pratiques de gestion des TSM les plus représentatives et/ou les plus pertinentes à étudier sur tous les maillons de la filière : collecte, transport, traitement, valorisation. Quatre filières seront déterminées et elles feront l'objet de caractérisation, d'évaluation et d'analyses, notamment d'un point de vue sanitaire.

Les conclusions de ce rapport doivent permettre d'établir les bases de recherches scientifiques à suivre.

1.1.2. Les toilettes sèches mobiles : genèse et définition

Du début des années 2000 à aujourd'hui, l'emploi de toilettes sèches mobiles (TSM) s'est développé rapidement. Le Réseau de l'Assainissement Écologique (RAE) estime aujourd'hui à plus d'une centaine le nombre de structures proposant des services de location et d'animation de TSM en France¹.

Le RAE [1], né en 2006, regroupe des associations, des bureaux d'études, des artisans, des entreprises et des particuliers, tous actifs dans la promotion et la mise en œuvre de systèmes d'assainissement écologique. L'objectif initial du RAE est le partage et l'échange d'expérience autour d'une rencontre annuelle. Rapidement se sont mises en place des groupes de travail thématiques qui permettent de prolonger les collaborations tout au long de l'année. La « commission Loueurs » a ainsi été créée au sein du RAE pour aborder la professionnalisation des prestataires de services intervenants sur les filières des TSM.

En 2010, les professionnels de la location et de l'animation de TSM du RAE estimaient à environ 2,5 millions, le nombre de personnes ayant déjà utilisé au moins une fois une toilette sèche lors d'une manifestation.

Néanmoins, force est de constater qu'aujourd'hui les pratiques se font avec le bon sens de chacun mais elles ne sont pas clairement identifiées ou caractérisées. Par exemple, l'emploi de sciure et de copeaux pour absorber les liquides et bloquer les odeurs semble être très répandu, mais beaucoup de prestataires pratiquent également la collecte séparée des urines avec stockage en fût étanche. De fait, la composition des matières issues d'une Toilette Sèche Mobile peut varier : urine pures, urines + litière², lixiviats, fèces, excréta + litière. La définition d'une toilette sèche mobile ne peut donc pas reposer uniquement sur le dispositif mis en place pour la collecte ou la filière de traitement et de valorisation associées. En effet, si par exemple les urines pures peuvent être réintégrées à un compost, elles peuvent aussi être stockées pour être valorisées par épandage.

Dans le cadre de cette étude, nous proposons la définition suivante pour une Toilette Sèche Mobile:

« La toilette sèche mobile est une toilette sans apport d'eau de dilution ou de transport ni produit chimique, qui est amenée à être déplacée et dont les matières font l'objet d'une valorisation agricole. »

Les matières issues des TSM peuvent être liquides et/ou solides. Ils sont considérés comme des ressources et traités en conséquence pour participer au recyclage de la biomasse et des nutriments.

¹ Estimation 2014. Données du Réseau de l'Assainissement Écologique.

² La « litière » peut être composée de sciure, de copeaux, de pailles, de feuilles sèches ou d'un mélange de ces différentes matières. Elle sert aussi bien au blocage des odeurs, à la limitation de la lixiviation et à favoriser le compostage.



Ainsi, pour s'interroger sur les impacts de l'utilisation de TSM tant sur la santé des acteurs impliqués dans la filière que sur l'environnement (qualité, facteurs biogéographiques³ nuisances environnementales), il faut considérer la filière d'assainissement dans son ensemble depuis la collecte, jusqu'à la valorisation en passant par le transport et le traitement.

1.1.3. Le métier de « prestataire » de TSM

La mise en place de TSM sur un événement recevant du public recouvre différents aspects : de la simple location de matériel à l'accompagnement de l'organisateur pour une intégration des toilettes sèches tout au long de son événement, en incluant la prise en charge des matières. Les pratiques des structures proposant des TSM varient fortement : mise à disposition des cabines, entretien in situ, animation, transport, traitement...

En 2012, la « Commission Loueurs » du RAE met en place puis diffuse la «Charte des Bonnes Pratiques des Loueurs et animateurs de toilettes sèches mobiles du RAE (RAE Intestinale, s.d.)». En s'appuyant sur cette charte, il est possible de résumer les grandes étapes d'une prestation à travers les points suivants :

- Dimensionnement de l'équipement ;
- Garantie des bonnes conditions sanitaires (pour le matériel, le personnel et le public) ;
- Sensibilisation et information du public à l'utilisation des toilettes sèches ;
- Assainissement des matières collectées par compostage.

C'est dans cet état d'esprit, en s'intéressant à l'ensemble des aspects que peut couvrir le métier de prestataire de TSM, qu'a été menée la présente étude.

1.2. Les TSM : quel contexte réglementaire ?

1.2.1 La réglementation existante concernant les systèmes de toilettes sèches

▪ **Concernant les zones d'Assainissement Non Collectif (ANC)**

Pour l'Assainissement Non Collectif, l'Arrêté du 7 septembre 2009 fixe les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO₅. Cet arrêté consacre son **article 17** aux toilettes sèches [2].

Les toilettes sèches sont donc réglementairement autorisées pour les installations recevant une charge brute de pollution organique inférieure à 1,2 kg/j de DBO₅ ou < 20 Équivalents Habitants. Le texte précise les conditions de mise en œuvre et quelques aspects liés à la conception des dispositifs et à la gestion des matières solides et liquides. Il précise également que le traitement et la valorisation des matières doivent s'effectuer sur la parcelle et que l'aire de compostage doit être étanche. Pour accompagner ce texte il existe :

- (i) un «Guide d'accompagnement des usagers [3] » où l'on trouve une fiche de présentation des toilettes sèches (Fiche 9-8, en pages 45 et 46), voir figure ci-dessous ;
- (ii) un « Guide d'accompagnement des SPANC [4] » dans lequel on retrouve une fiche sur les points de contrôle des installations de toilettes sèches en page 43.

³ La biogéographie est une branche à la croisée des sciences dites naturelles, de la géographie physique, pédologie, l'écologie, de la bioclimatologie et de l'évolution qui étudie la vie à la surface du globe par des analyses descriptives et explicatives de la répartition des êtres vivants, et plus particulièrement des communautés d'êtres vivants



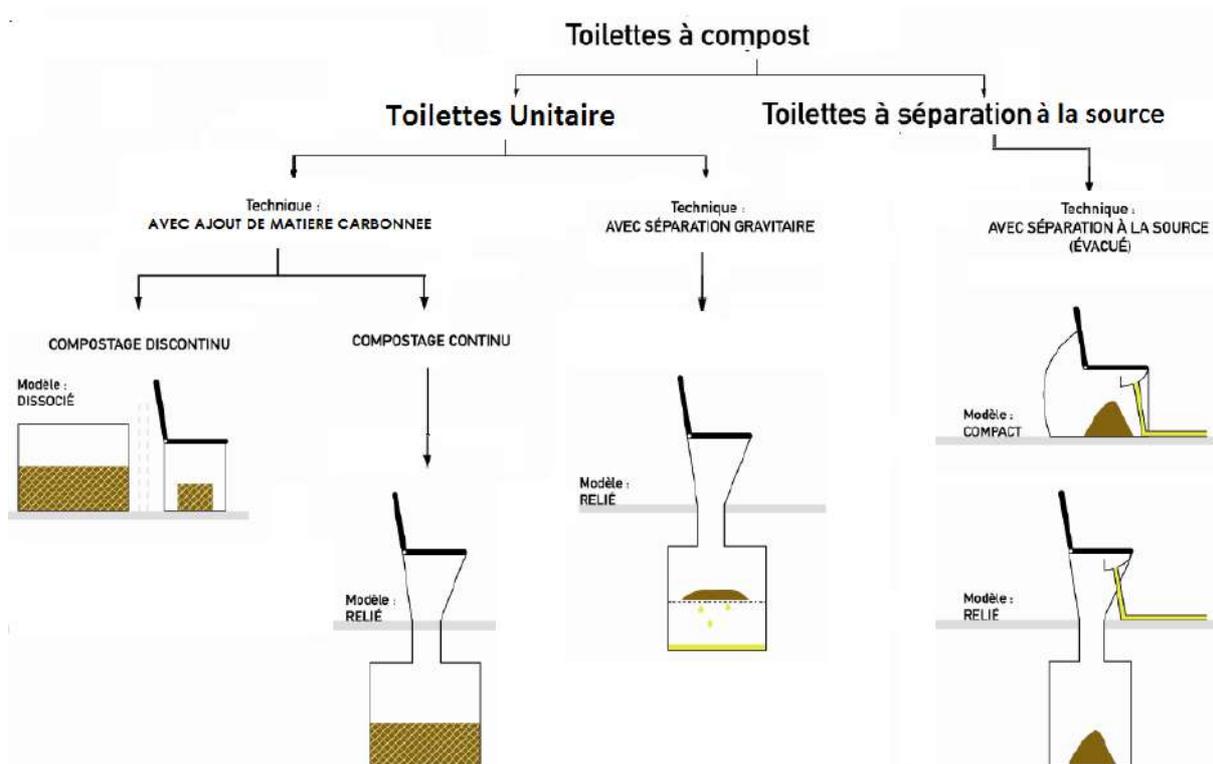


Figure 1: « Descriptif des familles d'installation : toilettes sèches et traitement par compostage »

Cependant, et pour des installations de plus de 20 Équivalents Habitants en zone d'ANC, la réglementation issue de l'arrêté du 22 juin 2007 [5] mentionne uniquement des dispositifs traitant des eaux usées et rejetant un effluent liquide.

Il est à noter que dans le cadre du mandat du groupe de travail « Réglementation ANC » du PANANC sur la période 2014-2019, un projet de modification de l'arrêté prescriptions techniques du 07/09/2009 (modifié le 7 mars 2012) doit être déposé à la fin de l'année 2015. D'ores et déjà, il est proposé que l'article 17 soit modifié afin de mieux tenir compte de la diversité des dispositifs de toilettes sèches et des possibilités de gestion des eaux ménagères. Dans la continuité l'article 2 et l'annexe III de l'arrêté contrôle du 07/09/2009 modifié le 27 avril 2012, pourraient également être amendés.

▪ **Concernant les zones d'Assainissement Collectif (AC)**

Il n'existe pas de réglementation précise concernant les toilettes sèches.

Toutefois, la question écrite d'une élue du Morbihan au Ministre de l'Écologie, concernant des toilettes sèches en zone d'assainissement collectif a permis d'ouvrir le débat. Une réponse claire qui fait jurisprudence a été apportée le 19 avril 2011 et publiée au Journal Officiel [6] : « ce type d'installation est autorisé, y compris dans les zones d'assainissement collectif ».

▪ **Concernant les établissements recevant du public (ERP)**

À la suite de la parution de l'arrêté du 7 septembre 2009, la Direction Générale de la Santé (DGS) s'est intéressée à la question de l'installation de toilettes sèches dans les lieux publics : ERP et manifestations éphémères.

Sa position initiale était de ne pas autoriser ce type d'installation ; le manque d'informations sur ces dispositifs étant certainement à l'origine de cette restriction. En 2010, le message transmis par la DGS aux Agences Régionales de Santé (ARS) fut modifié suite à un rapport réalisé par le CSTB courant 2010⁴. La nouvelle position, beaucoup plus ouverte, lève cette interdiction sous réserve du respect d'une dizaine de recommandations :

- Des points d'eau potable pour le lavage des mains doivent être disponibles à proximité immédiate des toilettes et en nombre suffisant. Ils sont équipés de produit de nettoyage des mains et d'un dispositif d'essuyage ou de séchage ;
- Un protocole de nettoyage doit être mis en œuvre pour la gestion sanitaire des parois du conduit des WC. A minima, une inspection horaire des WC s'impose ;

⁴ Le rapport à l'origine de ces changements de position a été réalisé par le CSTB mais reste confidentiel à l'heure actuelle.



- Sur le plan de la gestion des matières récupérées, il est impératif que puisse être mise en œuvre une filière de traitement par compostage des matières fécales à des fins d'hygiénisation ;
- Les conditions de compostage des matières fécales doivent être maîtrisées :
 - ✓ stockage sur une zone étanche, avec transfert des liquides éventuellement produits vers une zone de traitement par épandage correctement dimensionnée ;
 - ✓ stockage sur une zone couverte, afin d'éviter une lixiviation importante des matières solides provoquée par les pluies ;
 - ✓ conditions de retournement fixées à 4 fois par an, afin d'augmenter la maturation du compost ;
 - ✓ apport en début de compostage de sciures de bois ou autres copeaux, dans un ratio estimé à 1 pour 1 dans le cas de matières fécales mélangées aux urines ;
 - ✓ temps de maturation du compost d'une durée de deux ans avant épandage.
- A défaut de compostage mis en œuvre selon les conditions présentées ci-dessus, toute opération d'assainissement par toilettes sèches en ERP doit être couplée à une possibilité de dépotage des matières en station d'épuration ;
- L'épandage direct des matières fécales doit être interdit.

D'une manière générale, ces recommandations sont assez cohérentes avec la pratique des toilettes sèches de type TLB (Toilette à Litières Bio-maîtrisée)⁵, notamment pour des installations éphémères, mais ne couvrent pas (ou moins bien) la gestion des autres types de toilettes sèches (systèmes à gros volume et/ou à séparation notamment).

▪ **Quels autres textes ou références sur les toilettes existent?**

Il est important de mentionner l'article R 111-3 du Code de l'Urbanisme [7] qui précise que « tout logement doit (...) être pourvu d'un cabinet d'aisances intérieur au logement et ne communiquant pas directement avec les cuisines et les salles de séjour (...) ».

La section III des **Règlements Sanitaires Départementaux**⁶ s'intéresse quant à elle aux « Dispositions relatives à l'équipement sanitaire ». Il y est notamment précisé que :

« Dans les établissements ouverts ou recevant du public doivent être aménagés, en nombre suffisant et compte tenu de leur fréquentation, des lavabos, des cabinets d'aisances et urinoirs. Ils doivent être d'un accès facile ; les cabinets et urinoirs ne doivent jamais communiquer directement avec les salles de restaurants, cuisines ou resserres de comestibles. Les locaux sanitaires doivent être bien éclairés, ventilés, maintenus en parfait état de propreté et pourvus de papier hygiénique. »

Aucun de ces deux textes ne s'oppose donc à l'installation de toilettes sèches dans un bâtiment recevant du public. Il convient de mentionner que les questions sanitaires relatives aux toilettes dans des contextes évènementiels et ponctuels ne sont pas soulevées dans ces documents.

D'autre part, il existe un manque de connaissance du à un défaut d'analyse des pratiques existantes qui ne permet pas de se positionner correctement sur des recommandations de bonnes pratiques de gestion des matières issues des TS Mobiles. La DGS⁷ a mis en place en 2013 un groupe de travail sur cette question, dans lequel se retrouvent les acteurs concernés par les TS mobiles (MEDDE⁸, DGS, Agences de l'Eau, FNSA⁹, RAE, CSTB¹⁰). La présente étude doit venir apporter du contenu scientifique en vue de recommandations.

⁵ Toilettes sèches avec ajout de sciure et copeaux après chaque passage et aire de compostage extérieure.

⁶ Un exemple ici http://www.ars.iledefrance.sante.fr/fileadmin/ILE-DE-FRANCE/ARS/1_Votre_ARS/2_Organisation/2_Delegations/78_Reglement_sanitaire_departemental.pdf

⁷ Direction Générale de la Santé

⁸ Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'Énergie

⁹ Fédération Nationale des Syndicats d'Assainissement

¹⁰ Centre Scientifique et Technique du Bâtiment



1.2.2 Quelles autres réglementations/encadrements pertinents ?

▪ Normes NF U44-095 et NF U44-051

Concernant, les matières de toilettes sèches mobiles, leur absence dans la réglementation (notamment la caractérisation sémantique) fait qu'il est difficile de les assimiler à un cadre spécifique.

Ces matières pourraient être destinés vers :

- Le compostage de matières d'intérêt agronomique issues du traitement des eaux encadré par la **norme NF U44-095** ;
- Les amendements organiques comportant les fumiers et déjections animales avec ou sans litières et avec ou sans compostage, qui sont cadrés par la **norme NF U44-051**.

Cependant, selon la technique de collecte, le traitement divergera et le produit final aussi. Ainsi, des produits liquides ou secs peuvent être obtenus et de par leur composition n'avoir aucun intérêt à être rattachée à l'une de ces normes/réglementations.

▪ Réglementation – installation de compostage

Comme vu sur l'illustration du guide des usagers, les toilettes sèches, quelle que soit la manière de collecter les urines et les fèces, nécessitent un traitement par compostage, de tout ou partie des produits collectés. Ainsi, s'intéresser aux réglementations spécifiques liées au compostage est nécessaire pour parfaire le tour d'horizon pouvant s'appliquer aux matières issues des TSM.

Les installations de compostage relèvent :

(i) du **Règlement Sanitaire Départemental (article 158)** ;

(ii) de l'**arrêté du 7 janvier 2002** relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration sous la **rubrique n° 2170** : " engrais et supports de culture (fabrication des) à partir de matières organiques " et mettant en œuvre un procédé de transformation biologique aérobie (compostage) des matières organiques ;

(iii) de l'**Arrêté du 22 avril 2008** fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de compostage ou de stabilisation biologique aérobie soumises à autorisation en application du titre I du livre V du code de l'environnement.

Volume des dépôts		3 à 5 m ³	50 m ³		
Production du site				1 tonne/jour	1 à 10 tonne/jour
Réglementation applicable	Sans	Règlement Sanitaire Départemental : Prescriptions applicables aux activités d'élevage et autres activités agricoles (i)		Règles techniques des installations classées pour la protection de l'environnement	
Autre disposition	Sans	Sans	Déclaration préalable en mairie	Soumises à déclaration (ii)	Soumises à autorisation (iii)

Figure 2: Cadre réglementaire français actuel en fonction des volumes de matières transportées et traitées [8]

▪ Réglementation déchets

La gestion des déchets a d'abord été régie par les deux principaux textes de la loi du 15 juillet 1975, liée directement aux déchets, et la loi du 19 juillet 1976 relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Ces textes ont ensuite été codifiés sous forme de Code de L'environnement (ordonnance 2000-914 du 18 septembre 2000) qui est composé de 2 parties législative et réglementaire :

- Le livre V titre I de la partie législative traite des ICPE ;
- Livre V Titre IV relatif aux déchets.

Chaque producteur de déchets, qu'il s'agisse d'une collectivité locale ou d'un industriel est responsable de ses déchets, et des conditions dans lesquelles ils sont collectés, transportés, éliminés ou recyclés (article L. 541-1).

Caractérisation des matières issues des Toilettes Sèches Mobiles et des risques sanitaires des filières d'assainissement



Ainsi, l'activité de transport et collecte prend, en France, la forme d'une déclaration auprès du préfet du département ou se situe le siège de l'entreprise. Les conditions de déclaration – valable 5 ans – sont mentionnées aux articles R.541-50 et suivants du code de l'environnement. Elle est nécessaire dès lors que la quantité transportée dépasse, par chargement, 0,1 t de déchets dangereux et 0,5 tonne pour les autres déchets.

Il est à noter que certains prestataires acquièrent l'autorisation préfectorale pour transporter plus de 500 kg de matières de TSM. Par déduction, cela assimilerait ces matières à des déchets et pourrait alors s'envisager l'homologation et le plan d'épandage.

▪ L'utilisation via un plan d'épandage

Le décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 [9] relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées définit les conditions dans lesquelles le retour au sol des boues peut être réalisé sur des sols agricoles ou forestiers. Il établit les règles générales d'hygiène et toute autre mesure propre à préserver la santé de l'homme.

L'arrêté de janvier 1998 [10] fixe des «valeurs seuils» maximales en polluant tels que les ETM, CTO, des paramètres physico-chimiques et microbiologiques sur les boues de STEP et définit le périmètre d'épandage sur les sols agricoles (sur la base d'analyses de sol) et les délais de réalisation des épandages.

De même pour l'arrêté du 2 février 1998 [11] qui décrit les modalités de réalisation de l'épandage des boues issues d'ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) et précise le contenu de l'étude de sol préalable, les doses maximales admissibles afin d'éviter les effets nocifs sur les sols, la végétation, les animaux et l'homme, tout en encourageant leur utilisation correcte et la notion de protection de l'environnement.

1.2.3 Droit du travail associé aux TSM

Dans le cadre de la location de TSM, du personnel est requis pour la mise en place des installations, puis pour la collecte, le transport, le traitement et la valorisation des matières. Le personnel peut être soit bénévole soit salarié et dans ce dernier cas, il est soumis au droit du travail (DIRRECTE). Aujourd'hui l'activité n'est rattachée à aucune convention spécifique et il n'est pas clair de savoir si une convention existante peut s'appliquer. Par exemple, est-il pertinent que le personnel soit vacciné contre la leptospirose ? Le volet sur les risques sanitaires apportera peut-être une réponse.

Conclusions :

Nous constatons donc qu'hormis les recommandations émises par la DGS aucune réglementation explicite n'encadre les techniques de toilettes sèches mobiles pour des événements ponctuels ni les filières relatives à la gestion de leurs matières.

1.3. Méthodologie de l'état des lieux des pratiques

Pour réaliser cet état des lieux, nous avons cherché à construire une base de données «Prestataires » et une autre « Commanditaires ». Pour cela nous nous sommes appuyés sur les contacts et effets « boule de neige »¹¹ des membres du RAE ainsi que des collectifs de festivals (AER en région PACA, collectifs des festivals bretons).

Pour collecter et analyser les données techniques et quantitatives en rapport avec les pratiques des prestataires, il nous a paru important en amont de :

- Pré-identifier certaines pratiques courantes, pour affiner les questions, par le biais d'enquêtes personnalisées à certains prestataires de TSM, membres du RAE, et d'échanges avec les plates-formes de festivals ;
- Mobiliser les prestataires du RAE sur la finalité de l'étude ;
- Réaliser une identification des différents profils de commanditaires.

Suite à ces échanges avec le RAE et les plates-formes de festivals, la méthodologie d'enquête et d'échantillonnage a été adoptée. Elle se décline sur 2 types d'enquêtes de terrain à réaliser :

¹¹ Nous avons demandé à nos contacts de diffuser le questionnaire auprès de leurs propres contacts, et ainsi de suite...



- L'une, avec les prestataires des Toilettes Sèches Mobiles ;
- L'autre, avec les commanditaires qui nécessitent une intervention de tiers pour équiper un événement en Toilettes Sèches Mobiles.

Le contenu des questionnaires (prestataires et commanditaires) a été rédigé par TDM avec l'implication d'une stagiaire et de la chargée de projet. Les questionnaires ont ensuite été validés en collaboration avec le RAE et les plates-formes de festivals et diffusés en partenariat avec eux.

Ainsi, pour mener à bien cet état des lieux, les activités suivantes ont été réalisées:

- Mobilisation des acteurs relais (RAE, plate-forme de festivals) ;
- Cadrage de la méthodologie ;
- Identification des prestataires et des commanditaires sur l'ensemble de la France métropolitaine ;
- Rédaction puis diffusion des questionnaires d'enquêtes ;
- Dépouillement des questionnaires et traitement des données ;
- Analyse des résultats et recommandations ;
- Présentation des résultats au sein du RAE ;
- Partage du rapport d'étude avec les partenaires du projet.

Le recensement a permis d'identifier :

- ✓ **72 structures réalisant une activité de prestation** de Toilettes Sèches Mobiles (Prestataires) ;
- ✓ **81 structures recensées comme utilisant des toilettes sèches mobiles** pour le ou les événements qu'elles organisent (Commanditaires).

Le fait qu'il y ait un peu moins d'une centaine de prestataires de TSM recensés en France paraît cohérent (NB : certaines structures ont pu échapper à notre criblage). L'identification des commanditaires a été beaucoup plus difficile. Ceci est notamment dû au fait que les prestataires ne divulguent pas facilement leur carnet d'adresses. D'autre part et comme nous le verrons par la suite, certains événements sont récurrents (festivals notamment), tandis que d'autres sont uniques et ponctuels (mariages, chantiers). Le nombre de commanditaire est certainement bien plus élevé que celui présenté ici.

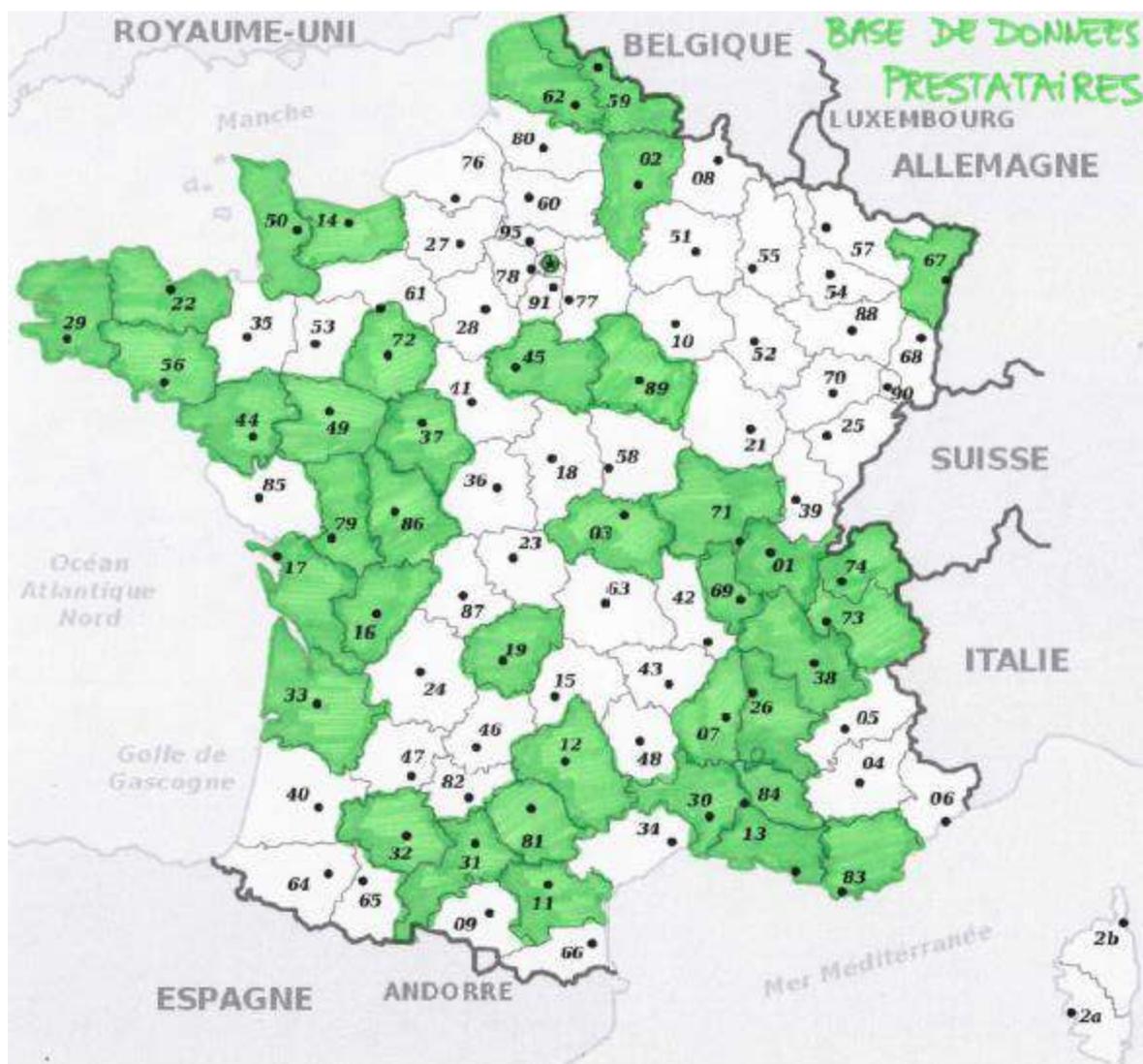


Figure 3: Prestataires de TSM recensés dans les départements de France métropolitaine

Les questionnaires des enquêtes ont couverts les thèmes suivants :

Questionnaire PRESTATAIRE (voir *Annexe 1*)

- ❖ Profil de la structure
- ❖ Existence de partenariats
- ❖ Type de prestations, type d'événements
- ❖ Moyens de collecte des matières sur site (collecte, contenant, stockage temporaire, hygiène)
- ❖ Modes de transport des matières
- ❖ Modes de traitements des matières
- ❖ Type de valorisation

Suite au premier questionnaire prestataire, un second a été envoyé au même panel afin de préciser les pratiques de transport, de traitement et de valorisation en fonction des types de matières collectées (urine pure, urine + litière, fèces + litière ou excréta + litière).

Sur 72 prestataires recensés, 40 ont répondu au premier questionnaire et 29 ont répondu au complément d'information. La répartition des répondants en fonction des types de matières produites est sensiblement la même que dans le questionnaire principal. Ces résultats complémentaires seront présentés sous la forme d'encadrés afin de les distinguer des résultats principaux.

Questionnaire COMMANDITAIRE (voir *Annexe 1*)

- ❖ Profil de la structure
- ❖ Typologie des événements
- ❖ Type d'assainissement mis en place
- ❖ Motivation pour les TSM
- ❖ Type de prestations externe
- ❖ Moyens de collecte des matières sur site (collecte, contenant, stockage temporaire, hygiène)
- ❖ Modes de transport des matières
- ❖ Modes de traitements des matières
- ❖ Type de valorisation

Sur 82 commanditaires recensés, nous avons obtenu 22 réponses.

Lors du dépouillement et du traitement des données, nous nous sommes rendu compte que certains questionnaires ont été remplis de manière non exhaustive que ce soit par les prestataires ou par les commanditaires. Nous avons donc pris des précautions d'analyse des résultats, en particulier pour les commanditaires, qui semblent peu informés du fonctionnement des TSM, laissant quelques questions sans réponse.

Finalement, par l'analyse de ces questionnaires, 4 types de filières représentatives des pratiques actuelles vont être définies en fonction de leur représentativité sur l'ensemble du territoire français métropolitain.

2. État des lieux des pratiques des prestataires

2.1. Panel et Profil des prestataires

La diffusion des questionnaires a été réalisée à partir des listes de contacts du RAE et de TDM en demandant à chacun des membres de diffuser le questionnaire dans son réseau propre (effet boule de neige). Sur la base des 72 contacts initiaux, 40 structures ont répondu au questionnaire (voir *Annexe 1*), soit un taux de retour de 56%. Malgré ce bon taux de retour, la taille de notre population mère et de notre échantillon ne nous permettent ici que de donner les tendances majoritaires les plus représentatives des pratiques des prestataires. Les données suivantes doivent donc être comprises comme des ordres de grandeurs.

Parmi les 40 répondants au questionnaire principal, 19 structures sont membres du RAE, soit la quasi-totalité des 22 adhérents au réseau, 16 structures ne sont pas adhérentes au RAE et 5 structures sont en cours d'adhésion.

Les prestataires ayant répondu au questionnaire, sont pour la plupart soit les gérants de leur entreprise soit un membre du bureau pour les structures associatives. Ils ont majoritairement entre 35 et 65 ans (22 répondants), et 16 d'entre eux ont entre 20 et 34 ans. Seulement deux répondants ont plus de 65 ans. Pour les 2/3 tiers d'entre eux, la location de TSM est leur unique activité professionnelle.

Profil majoritaire des prestataires de TSM

- Une entreprise (SA, SCOP ou autoentrepreneur) ;
- En activité depuis 5 à plus de 10 ans, (à nuancer de par la probable sous-représentation des «jeunes structures» ici du fait qu'elles ne sont pas encore intégrées dans le réseau) ;
- Travaillant à l'échelle régionale et en collaboration (40) avec d'autres prestataires ainsi que des structures de compostage et de valorisation des déchets.

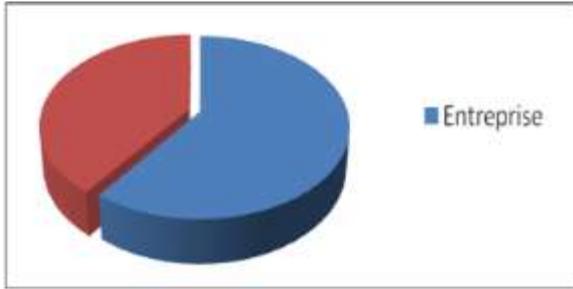


Figure 4: Type de prestataire

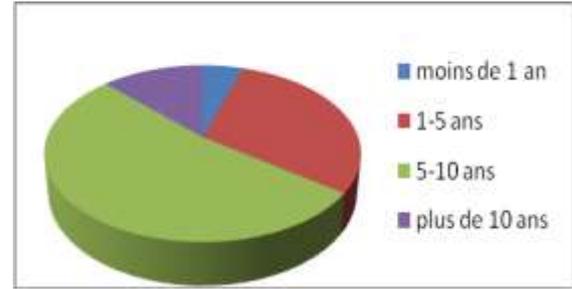


Figure 5: Durée d'activité des prestataires

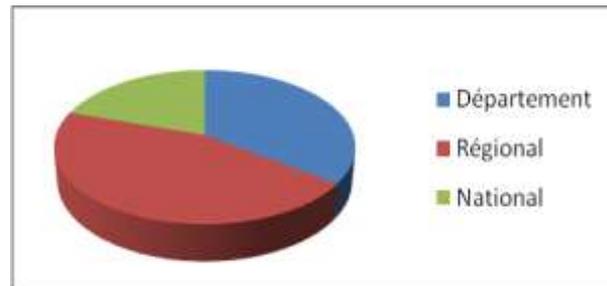


Figure 6: Zone d'intervention des prestataires

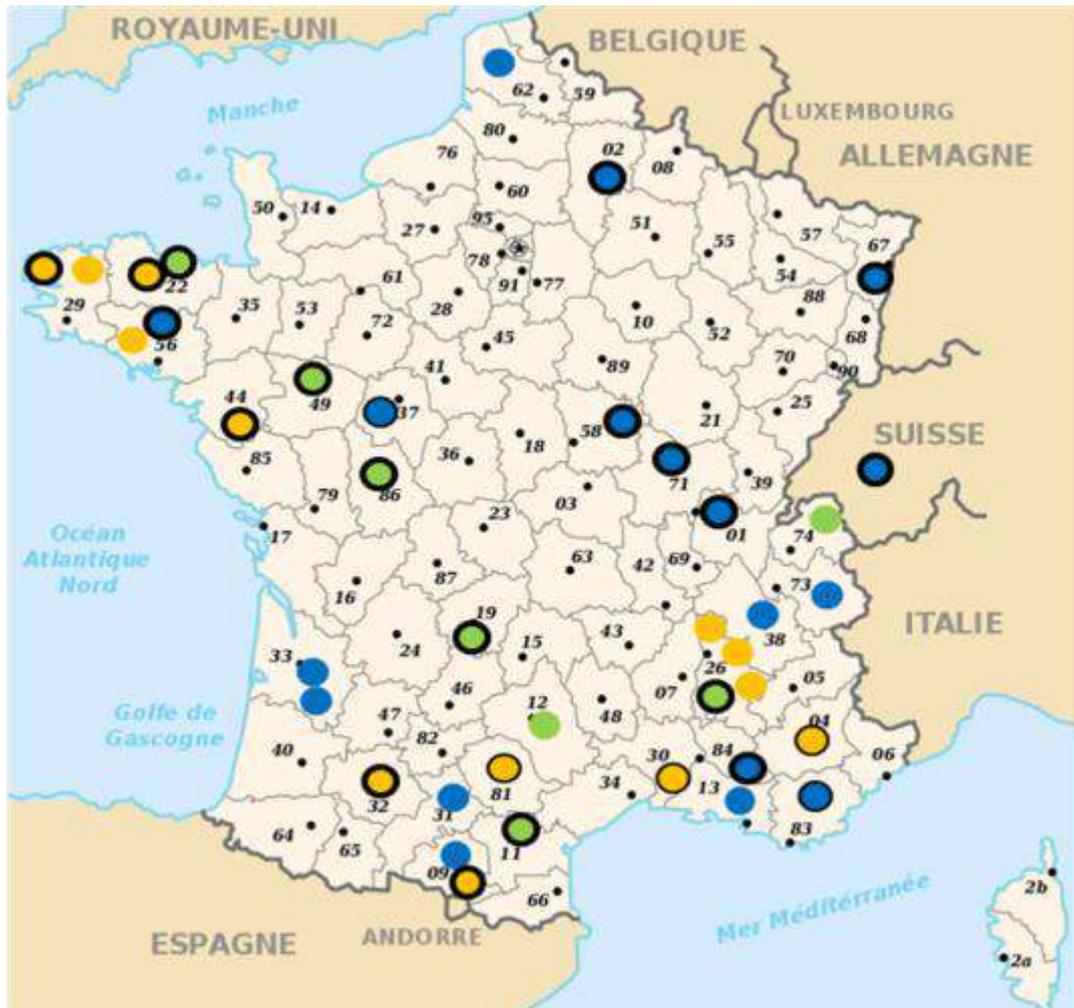
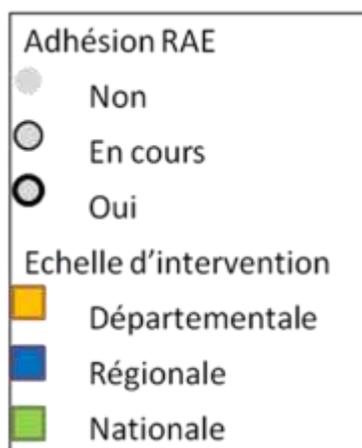


Figure 7: Carte représentant la localisation des enquêtes par département, leur échelle d'intervention et leur statut dans le RAE_2015



Concernant la préoccupation principale des prestataires, elle est d'abord d'ordre environnemental, mais pour 28 d'entre eux la production de compost de même que l'éthique font partie des engagements majeurs de la vie de leur structure. Ainsi, on retrouve l'économie comme très peu représentative de leurs préoccupations, malgré une majorité d'entreprise dans le panel des répondants.

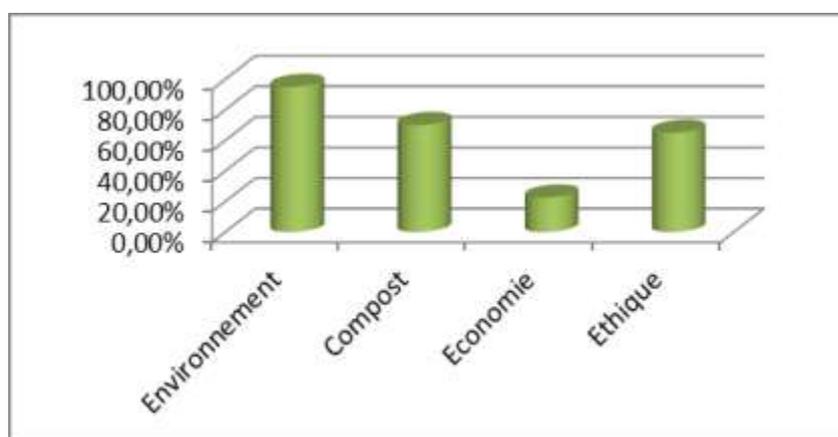


Figure 8: Préoccupations des prestataires

2.2. Le parc de TSM

Les premiers éléments de réponse concernant les pratiques des prestataires portent sur le parc de TSM. En cumulant l'ensemble des équipements des répondants on obtient un **parc global de 750 TSM et 531 urinoirs** sur la France hexagonale, répartis tel que suit :

Parc de TSM en France – Recensement

- 637 Toilettes à Litière Bio-maîtrisée (TLB¹²)
- 96 TLB pour personnes à mobilité réduite (PMR)
- 529 Urinoirs pour homme
- 2 Urinoirs pour femme (1 seule structure la propose)
- 17 Toilettes à séparation (3 structures en proposent)

L'équipement moyen d'un prestataire comprendrait : 16 TLB + 3 PMR et 18 urinoirs pour hommes.

Cette moyenne cache cependant un écart important entre les plus petites structures ayant 1 seule cabine de TLB, de PMR et d'urinoir, et les plus gros prestataires possédant 70 cabines, une dizaine de PMR et une centaine d'urinoirs. L'échantillon de répondants comprend toutefois une majorité de « petits » prestataires (14 sur 40) et peu de très gros prestataires (2 sur 40) comme le montre le graphique suivant sur la répartition des répondants par nombre de TLB.

¹² Dans ce contexte de toilettes sèches mobiles, une TLB est une cabine de toilette sèches, qui collecte les excréments (urine + matières fécales) auxquels est rajouté de la litière (sciure/copeaux) après chaque usage, dans un contenant d'au moins 80 litres. C'est ce mélange excréments + litière qui est traité par compostage dans la suite de la filière.

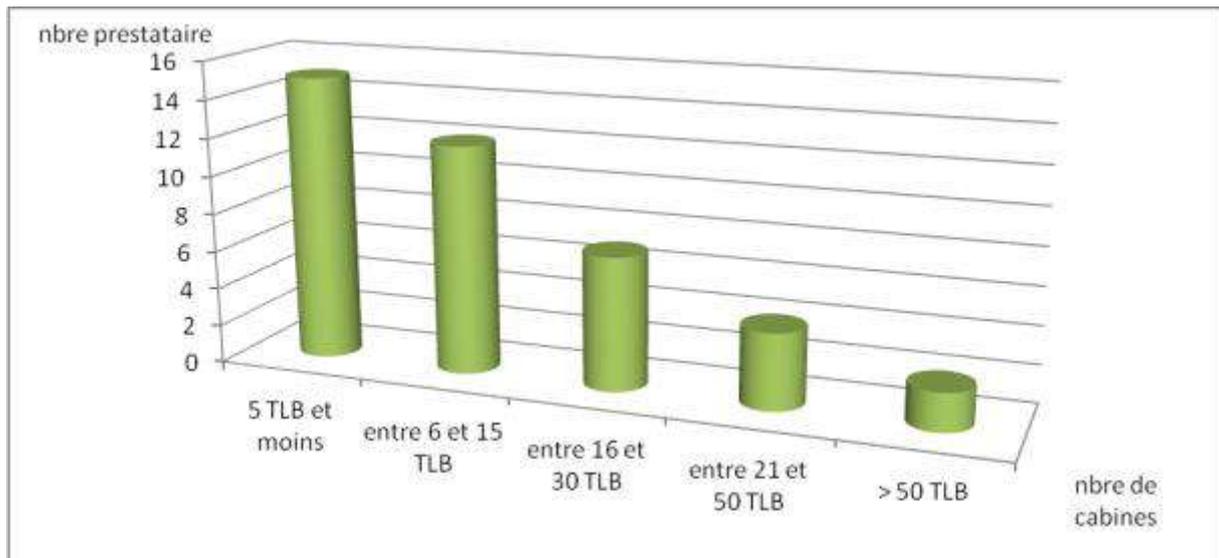


Figure 9: Répartition des prestataires par nombre de cabines de TLB

Les cabines sont pour l'essentiel des structures :

- démontables ;
- construites en bois ;
- avec des sièges en bois.

Mais, l'on peut trouver également des cabines revêtues de bâche ou de tissus ; les sièges peuvent être en plastique et les cabines peuvent être pour ¼ des prestataires, indémontables et sur roulettes.

Les cabines sont bien équipées pour le respect des règles sanitaires et le confort des usagers. Au moins 85% comprennent une poubelle, un verrou et de la lumière, et plus de 75 % affichent un mode d'emploi ludique à destination des usagers.



Figure 11: Cabine en bois démontable, TLB accès PMR. Photographie : Humusséo



Figure 10: Urinoirs. Photographie : TLB du Rhône



Figure 12: TLB en bois, démontable. Photographie : La case de l'Anethon



Figure 13: Toilettes à séparation à la source sur roulettes. Photographie : Florent Brun



Figure 14: Cabines TLB et urinoirs en tissu, démontables. Photographie : Les Gandousiers

2.3. Les prestations : prix et contenu

Le prix des prestations pour les organisateurs d'événements se situe entre 100 et 150 euros pour 16 d'entre eux; il est inférieur à 100 euros pour 15 d'entre eux et supérieur à 150 pour le reste. Ces variations de prix dépendent des prestataires, des types d'événements et du contenu de la prestation.

Dans plus de 80 % des cas la prestation de base comprend :

- la mise à disposition des cabines ;
- leur installation ;
- les fournitures nécessaires à leur bon fonctionnement (litière¹³, papier toilette, lave main, produits écologiques de nettoyage, seaux, ainsi que des pelles et gants).

¹³ Par litière nous entendons, des matières carbonées sèches, de type sciure/copeaux, qui ont pour objectif d'absorber les liquides et les odeurs et de stabiliser les tas de matières fécales. Terme identique à celui employé en contexte domestique.



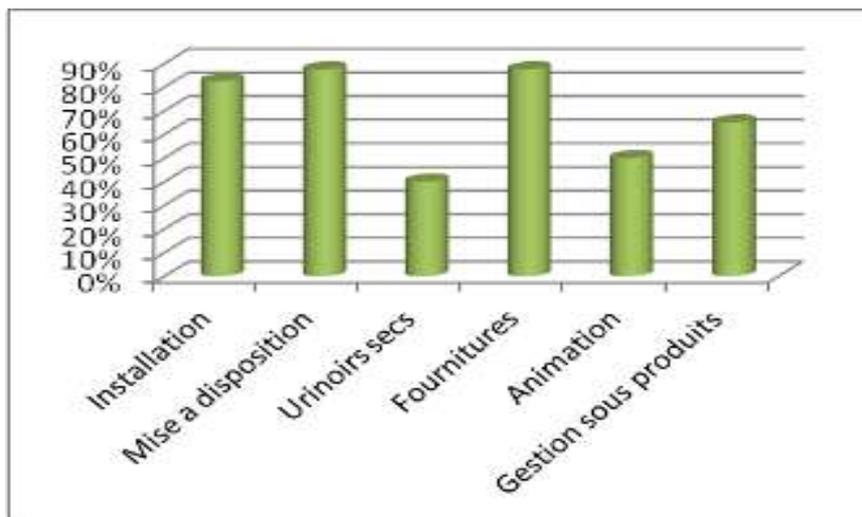


Figure 15: Services inclus dans la prestation de base

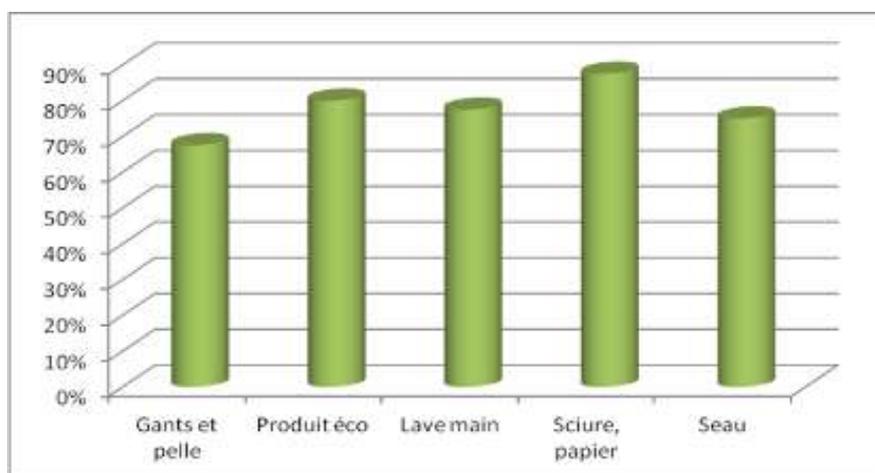


Figure 16: Équipements mis à disposition sur site

Autres prestations

○ La gestion des matières

La gestion des matières pendant et après l'évènement est incluse dans la prestation de base de 65 % des répondants (soit 26 structures) et fait l'objet d'une prestation complémentaire pour 25 % (soit 10 structures). Ainsi seulement 4 répondants ne proposent pas la prise en charge des résidus dans leur activité. Il faut préciser ici que ces derniers sont tous non-membres du RAE et ne se conforment pas à la « charte des bonnes pratiques ».

○ Urinoirs

La mise en place d'urinoirs secs est comprise dans la prestation de base pour 16 des structures et vient en complément pour 14 d'entre elles. Cela s'explique par le fait que tous les types d'évènements ne nécessitent pas d'installation d'urinoirs secs comme c'est le cas des évènements de petites tailles en journée par exemple dont les débits de boissons sont plus faibles.

○ Litières

Les sciures et copeaux, principales litières utilisées dans les TSM après chaque passage aux toilettes, proviennent essentiellement de menuiseries (44%, soit 25 réponses), de scieries (42% soit 24 réponses), et de magasins spécialisés (14% soit 8 réponses). Le taux de réponses très faibles concernant les volumes et coûts des matières carbonées ne permet pas d'obtenir des données fiables sur ces aspects.

2.4. Type d'évènements et fréquentation

Ce sont les festivals qui sont les premiers commanditaires des prestataires de TSM. En effet à la question « Classez ces évènements *selon leur importance* dans vos activités », les festivals sont le plus souvent cités, suivi des évènements « culturels », « ponctuels » et « sportifs ». Les « chantiers » sont systématiquement cités en dernier. Ces résultats sont représentés par l'histogramme bleu sur le graphique ci-dessous.

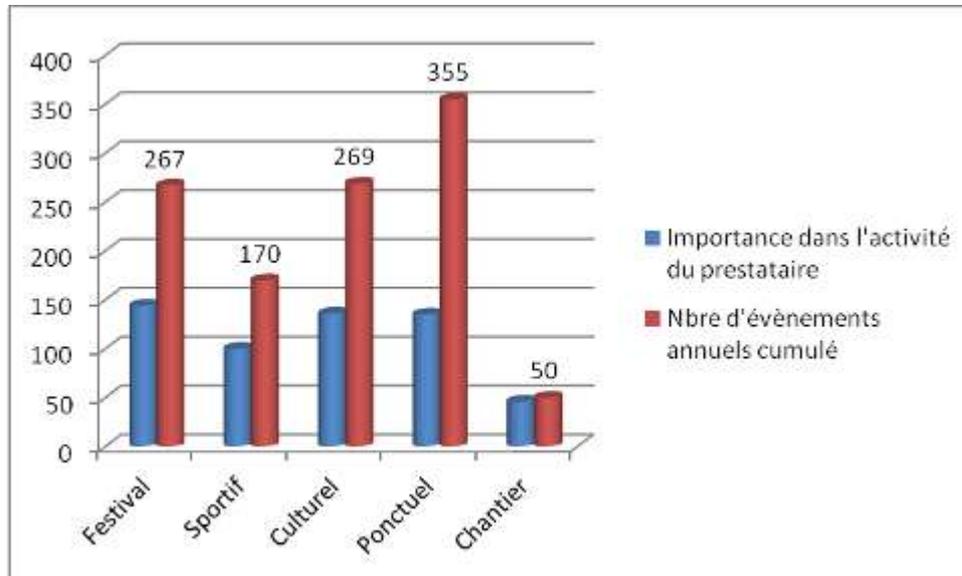


Figure 17: Type et nombre d'évènement¹⁴

En revanche le classement diffère lorsque l'on cherche à connaître le nombre de prestations annuelles (histogramme rouge) en fonction du type d'évènement. En effet, en cumulant les réponses, les 40 prestataires ont réalisé 1 111 prestations sur une année et paradoxalement, ce sont les évènements « ponctuels » (comme les mariages, c'est-à-dire des évènements privés et/ou familiaux) qui sont les plus nombreux suivi des évènements « culturels » et « festivals ».

Sur les 1 111 prestations annuelles recensées, il existe une grande différence entre « petit » prestataire et « gros » prestataire. La moyenne mathématique donne 27 locations annuelles par répondant. L'écart est cependant important entre les petites structures ne faisant qu'une seule location annuelle et les plus grosses pouvant réaliser jusqu'à 125 locations à l'année. c. La médiane de cette série statistique, à 22,5, nous informe que 50 % des répondants louent moins de 22,5/ans tandis que les 50% autres font entre 22,5 et 125 locations annuelles. Cela confirme bien que beaucoup de prestataires sont de taille petite/moyenne puisque plus de 50% d'entre eux sont en dessous de la moyenne mathématique égale à 27 locations annuelles.

Prestations annuelles disposant de TSM- recensement de 1111 prestations :

- 267 festivals
- 170 événements sportifs
- 269 événements culturels
- 355 événements ponctuels
- 50 chantiers

¹⁴ L'indice de fréquence est calculé à partir de la réponse à la question 23 du questionnaire « prestataire » : « Classez ces évènements selon leur importance dans vos activités ».



Figure 18: Événement sportif. Photographie : Aquaterre



Figure 19: Festival. Photographie : Ecolette



Figure 22: Festival. Photographie : Les copeaux d'abord



Figure 20: Évènement culturel. Photographie : TLB du Rhône



Figure 21: Évènement culturel. Photographie : Toilettes du Monde

2.5. Présence et activité sur le site de l'évènement

Les prestataires sont systématiquement présents sur le site de l'évènement pour 16 d'entre eux. Seulement 4 répondants ne sont jamais présents et pour 8 d'entre eux la présence est variable selon le type d'évènement (présence systématique en festival et jamais sur les évènements ponctuels tel que les mariages par exemple).

Personnel présent sur site :

- Pour plus de la moitié des structures la présence sur site concerne le plus souvent moins de 2 personnes.
- 10 prestataires ayant répondu ont fréquemment de 2 à 5 personnes sur le site des évènements.

- 3 structures ont entre 5 et 10 personnes présentes.
- Seulement une structure répondant mobilise plus de 10 personnes.

Ces données corroborent le fait du grand nombre d'événements de petite taille et montrent qu'ils nécessitent moins de présence humaine pour la gestion et l'animation des TSM dans ces cas-là.

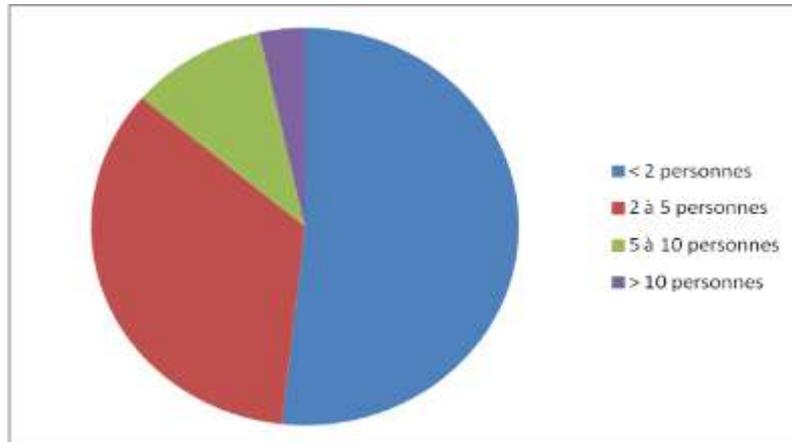


Figure 23: Nombre de personnes présentes sur site

Le rôle des employés sur site se centre autour de la gestion des TSM pour les 2/3 des prestataires. La sensibilisation est prise en charge par les animateurs pour la moitié des structures. Elle vient toujours en complément de la mission de gestion à l'exception d'une structure pour qui les employés peuvent ne faire que de la sensibilisation. Cette activité est comprise dans la prestation de base de la moitié des prestataires (voir Figure 15). Elle prend également la forme de panneaux explicatifs (80 % des cas) ou de stands d'information pour 23 des répondants.



Figure 25: Animation autour des TSM. Photographie : Aquaterre



Figure 24: Panneaux explicatifs. Photographie : Les Gandousiers

2.6. Type de résidus et réceptacles utilisés

TYPE DE RÉSIDUS ISSUS DES TSM ET DES URINOIRS

Les matières provenant des TSM sont variables dans leur composition : urines pures, urines + litière, fèces + litière, excréta + litière.

Pour plus de 90% des structures répondantes et équipées de toilettes à litière Bio-maîtrisée, les résidus sont composés d'excréta (urine + matière fécale) mélangés à de la litière. Seules 2 des structures, qui sont équipées de toilettes à séparation urines/fèces, produisent des « fèces + litière ». En parallèle des cabines de TSM, beaucoup de structures utilisent des urinoirs et produisent ainsi des urines + litières (25 structures) et des urines pures (14 structures).

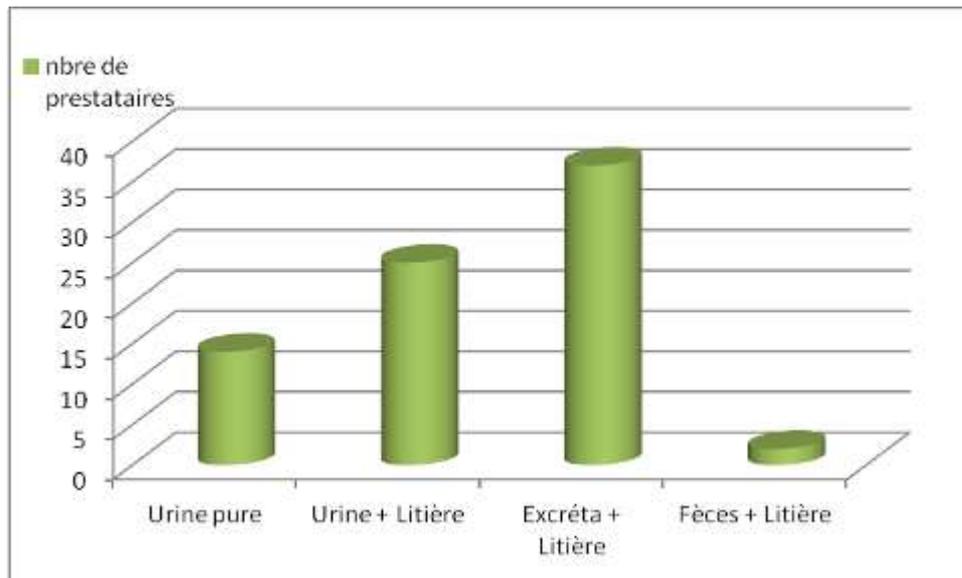


Figure 26: Type de résidus issus des TSM (Collecte)



Figure 27: Excréta + litières (à gauche) ; urine (à droite). Photographie : Toilettes du Monde

TYPE ET MANIÈRE D'UTILISER LES LITIÈRES

ENCADRÉ 1 : TYPE DE LITIÈRES UTILISÉES

Le *questionnaire complémentaire* nous permet de préciser le type de matière carbonée utilisée comme litière. Le rôle de cette litière est d'absorber les liquides, bloquer les odeurs et stabiliser les tas de matières fécales.

Le graphique suivant montre que le mélange sciure + copeaux est le plus souvent utilisé comme litière pour recevoir tant les urines que les excréta. D'autre part, les copeaux et la sciure utilisés séparément constituent l'essentiel des autres litières utilisées, à l'exception près de la paille qui est la seconde matière carbonée sèche la plus utilisée pour recevoir les urines. Notons que l'utilisation de feuilles sèches est une pratique très minoritaire.

Ce graphique donne un résultat qui représente l'ensemble des pratiques, mais ne représente pas les volumes associés aux différents types de matières collectées.

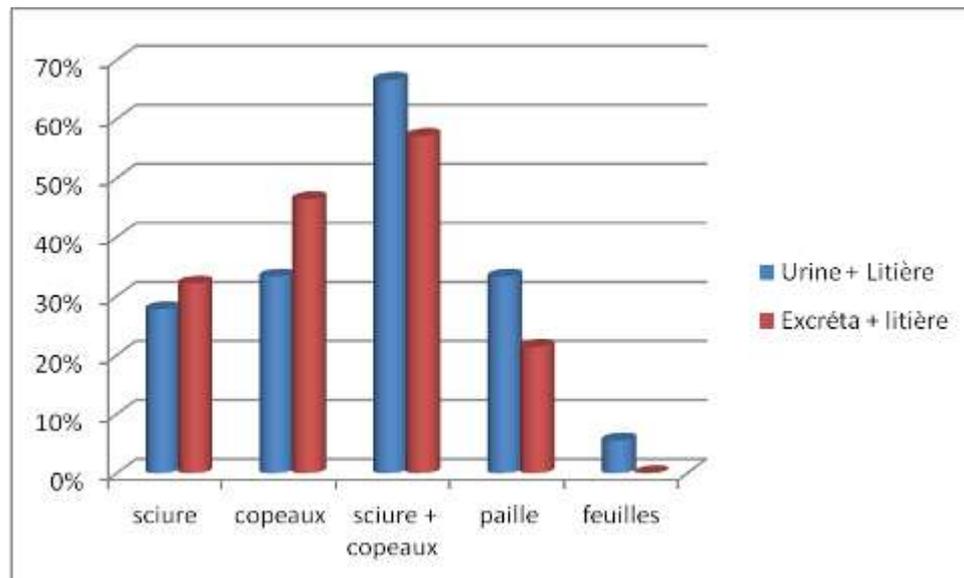


Figure 28 : Type de résidus issus des TSM

A partir de ces matières générés par l'utilisation des TSM et des urinoirs, la plupart des prestataires procèdent à des ajouts de litières additionnelles à celles ajoutées au départ et/ou par les usagers. Ainsi :

- 15 structures rajoutent, avant le transport, de la litière additionnelle dans les contenants à transporter, le plus souvent pour limiter la lixiviation et les risques de débordement.
- 8 des 40 structures récupèrent, lorsque c'est possible, les déchets de cuisine produits sur l'évènement et l'ajoutent au mélange « excréta + litières » issus des TSM.

Il est à noter que la chaux n'est jamais pratiquée comme ajout, probablement de par le fait qu'elle ne facilite pas le compostage, principal mode de traitement des résidus des TSM.

Le principal complément aux résidus de TSM se fait *a posteriori* de l'évènement, sur les sites de compostage, avec l'ajout de fumier et/ou de déchets verts pour 25 des prestataires ayant répondu au questionnaire.

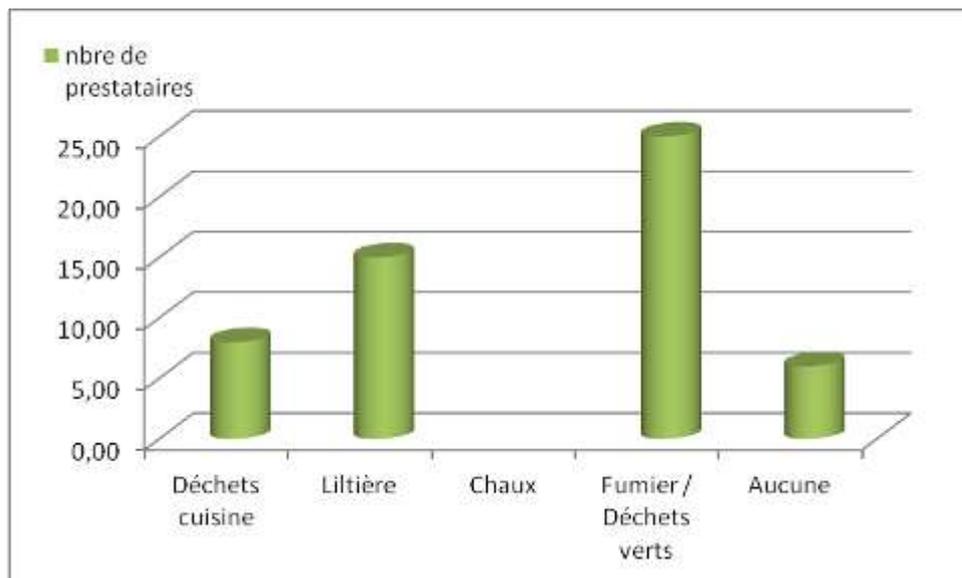


Figure 29 : Matières ajoutées *a posteriori* aux résidus de TSM

CONTENANT UTILISÉS POUR LA COLLECTE DES RÉSIDUS DE TSM DURANT L'ÉVÈNEMENT

Les excréta sont collectés principalement :

- dans des réceptacles étanches pour plus de 85% des réponses et qui pour 3 des répondants sont de plus hermétiques ;
- 95% de ces réceptacles sont en plastiques.

Ces réceptacles sont des poubelles de 60 ou 80 litres, (20 répondants).

Pour les urines collectées séparément, les réceptacles sont :

- des bidons ou des seaux de 20 à 60 litres : pour les urinoirs à sciure (urine + litière)
- des cuves de 100 à 1000 litres en plastique: pour les urinoirs sans ajouts de litière
- dans plus de 90% des cas, les réceptacles sont en plastique, ils sont hermétiques pour 7 d'entre eux et opaques pour au moins 5 d'entre eux.

Aucun des prestataires ne pratique l'infiltration directe des urines.

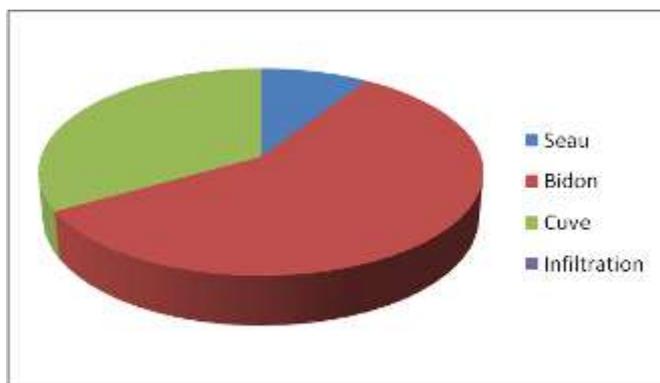


Figure 31 : Type de réceptacle pour les urines



Figure 30: Réceptacle excréta (poubelle en plastique). Photographie : Toilettes du Monde

STOCKAGE TEMPORAIRE DES MATIÈRES ISSUES DES TSM ET URINOIRS

Une fois collectées, et avant le transport vers le lieu de traitement, les matières peuvent être stockées temporairement. Il y a stockage temporaire dans plus de 90 % des cas.

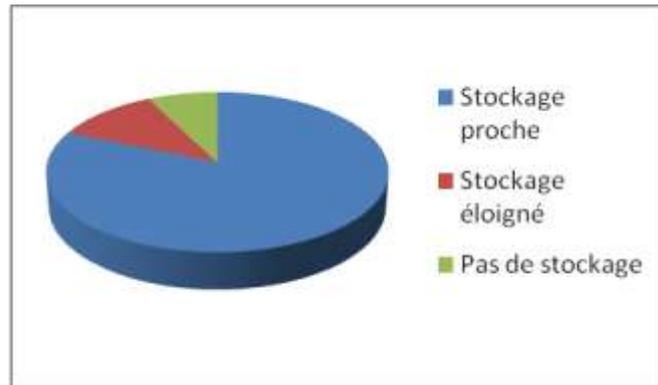


Figure 32 : Stockage temporaire des résidus

Il est le plus souvent proche de l'évènement, pour plus de 80% des répondants et se fait sur une zone sécurisée pour ceux qui pratiquent le stockage temporaire.

Le stockage des excréta se fait dans des futs (15 structures), des bacs (12 structures) ou des bennes (10 structures).

2.7. Vidanges et mesures d'hygiène sur site

PRINCIPALES PRATIQUES AUTOUR DE LA VIDANGE SUR SITE

La vidange est le fait de sortir les réceptacles contenant les résidus des TSM & urinoirs et/ou de les transvaser dans le réceptacle de stockage temporaire. La vidange a lieu le plus souvent lorsque le réceptacle est plein, comme le montre la figure 33 ci-dessous. Elle est réalisée par les animateurs prestataires pour 24 des structures répondantes et par les organisateurs dans deux cas. Finalement, pour 10 des répondants, la prise en charge de la vidange est variable selon le type d'évènements et de prestations. Les réceptacles de collecte sont nettoyés après chaque vidange pour les ¾ des répondants.

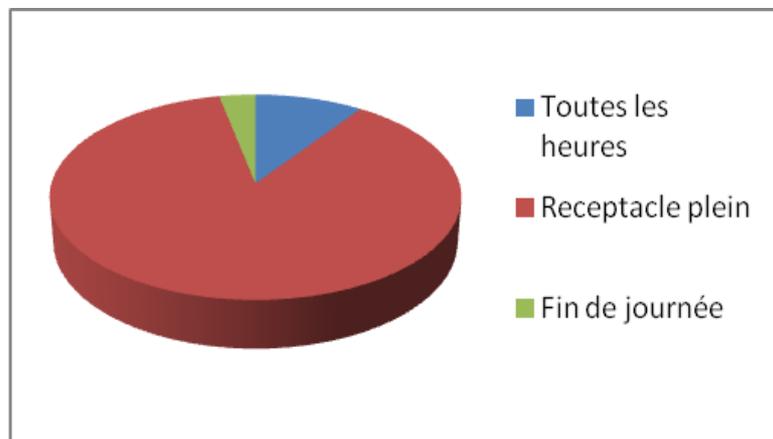


Figure 33 : Fréquence de vidange

PRINCIPALES MESURES D'HYGIÈNE SUR SITE

Comme pour la vidange, ce sont principalement les animateurs prestataires (24 structures) qui ont la charge de l'entretien et du nettoyage. Cette tâche revient toutefois également à l'organisateur ou ses bénévoles dans certains cas (8 réponses).

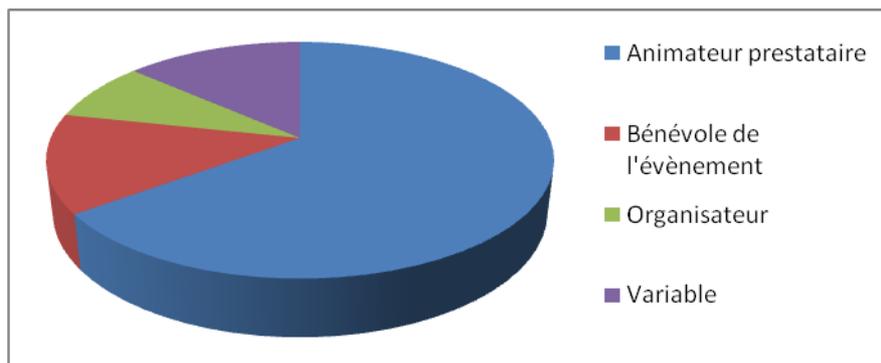


Figure 34 : Personne en charge de l'entretien sur site

CONCERNANT LE NETTOYAGE DES CABINES :

Elles sont nettoyées fréquemment : près de la moitié des répondants y procèdent toutes les 15 minutes à toutes les heures. Plus de 90 % les nettoient au minimum après chaque vidange. Aucune structure n'attend la fin de l'évènement pour nettoyer les cabines.

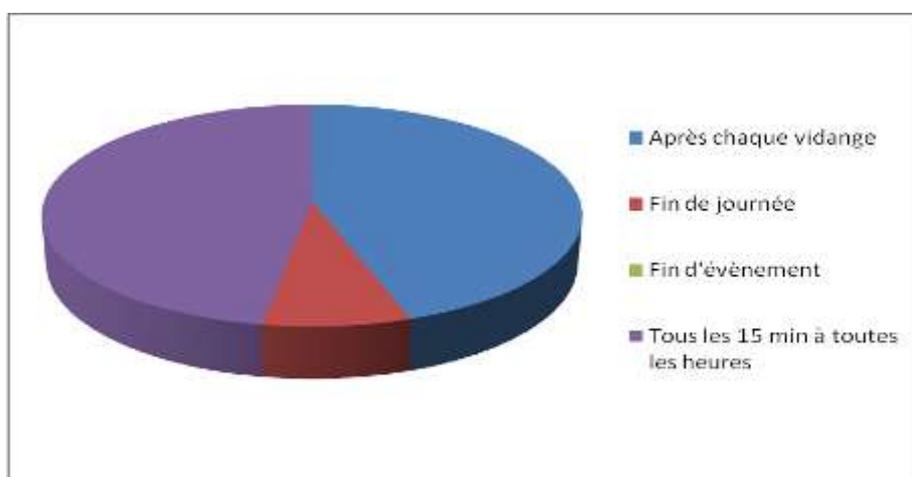


Figure 35 : Fréquence de nettoyage des cabines

CONCERNANT LES OUTILS, USTENSILES ET PRODUITS UTILISÉS POUR LE NETTOYAGE

Les personnes chargées de l'entretien sont généralement équipées de gants (i) pour le nettoyage des réceptacles (près de 80% des cas) mais également (ii) pour le transvasement vers le réceptacle de stockage temporaire dans plus de 80% des cas.

Les outils sont nettoyés régulièrement pour plus de 85 % des prestataires.

Un mélange d'eau et d'huiles essentielles est le produit le plus fréquemment utilisé pour procéder au nettoyage (24 structures). Viennent ensuite le savon, le désinfectant écologique, le vinaigre blanc et l'eau de Javel pour les produits les plus fréquemment cités.

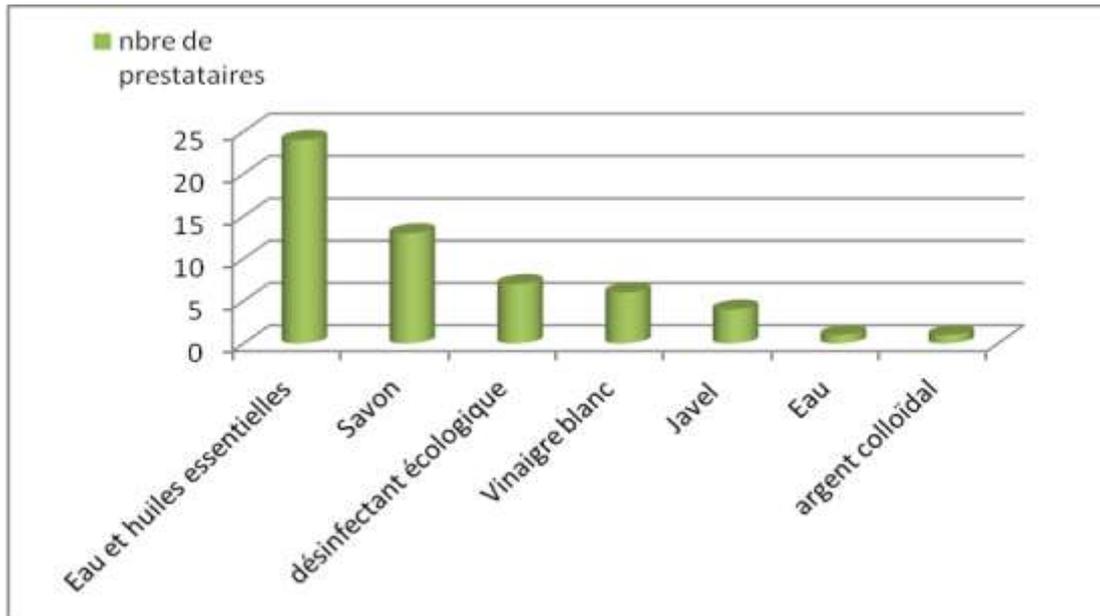


Figure 36 : Produits utilisés pour le nettoyage

CONCERNANT L'HYGIÈNE DES UTILISATEURS

Un dispositif pour le lavage des mains à destination des utilisateurs est installé systématiquement par plus de 85 % des prestataires. Ce dispositif peut-être (i) du gel hydro-alcoolique, (ii) un lavabo ou (iii) une fontaine comme le montre la figure 37 ci-dessous.

Dans le cas des lavabos et des fontaines, l'eau provient principalement de réservoirs d'eau potable ; l'eau de pluie étant utilisée par 3 répondants.

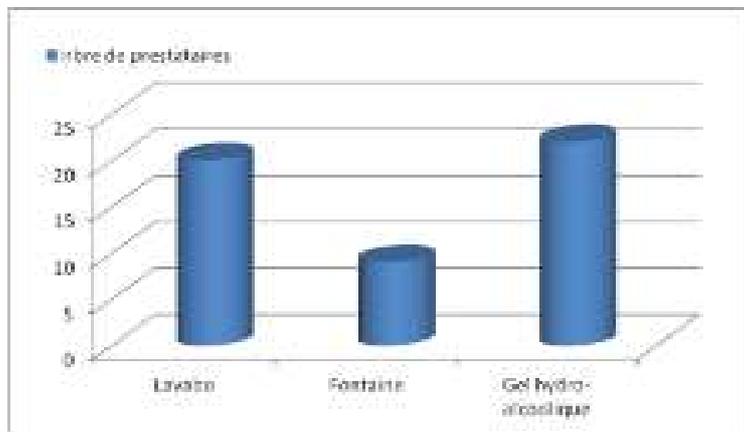


Figure 37 : Type de lave main

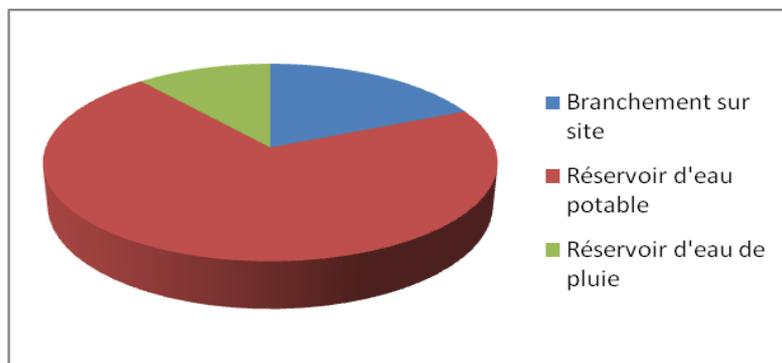


Figure 38 : Provenance de l'eau



Figure 39: Mesures d'hygiène autour des TSM. Photographie Aquatterre (à gauche), Les Gandousiers (à droite)

2.8. Transport des résidus issus des TSM et des urinoirs

ENCADRÉ 2 : MODE DE TRANSPORT SELON LES TYPES DE RÉSIDUS

Le *questionnaire complémentaire* nous permet de préciser que les **véhicules légers et véhicules utilitaires sont les principaux modes de transport**, quel que soit le type de résidus collectés. Néanmoins, 11 des 40 répondants utilisent des poids lourds et remorques bâchées tractées par des véhicules utilitaires. Il faut noter également que les urines font le plus souvent l'objet d'un transport spécifique en remorque agricole ou en citerne (par exemple cuve à lisier).

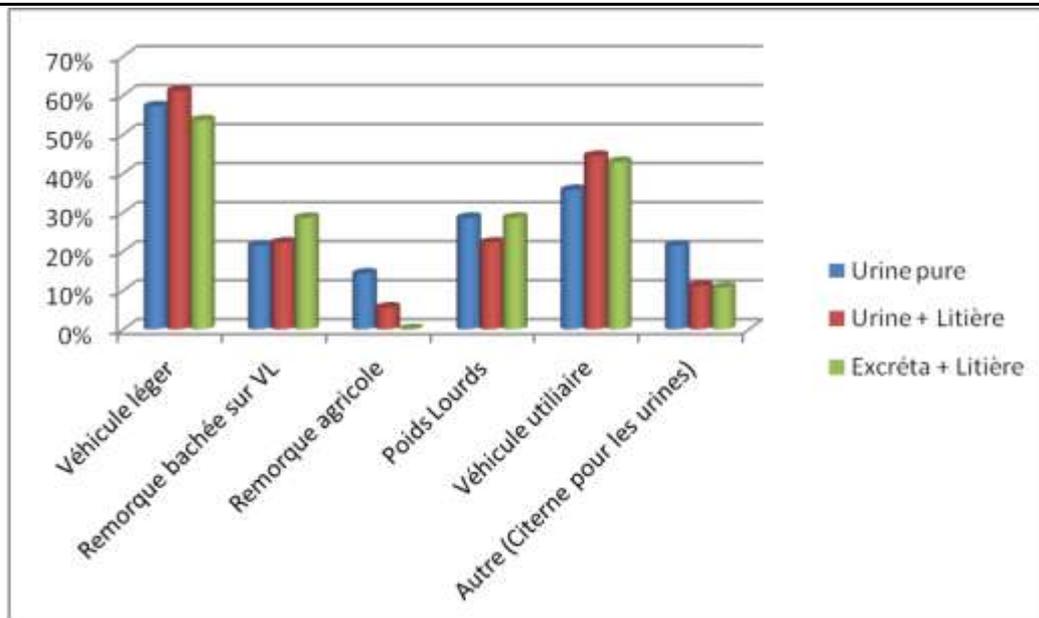


Figure 40 : Mode de transport selon le type de résidus



Figure 41: Transports des résidus. Photographie : web (à gauche) ; Chlorophylle (à droite)

Le véhicule appartient au prestataire dans la plupart des cas (près de 85%), néanmoins il est possible qu'il appartienne à l'organisateur (5 des 40 répondants).

LES RÉSIDUS TRANSPORTÉS : VOLUME ET DISTANCE PARCOURUE

Les volumes de résidus transportés sont variables en fonction de la taille de l'évènement et la lecture de la figure 43 nous montre des pratiques diverses : 8 structures transportent régulièrement moins d' 1m^3 de résidus issus des TSM et urinoirs tandis que 14 d'entre elles transportent entre 1 et 5m^3 .

Il est à noter que près d'un quart des répondants transportent plus de 5m^3 , voire plus de 10m^3 . Ces transports doivent faire l'objet d'une déclaration en préfecture (cf. I.2).

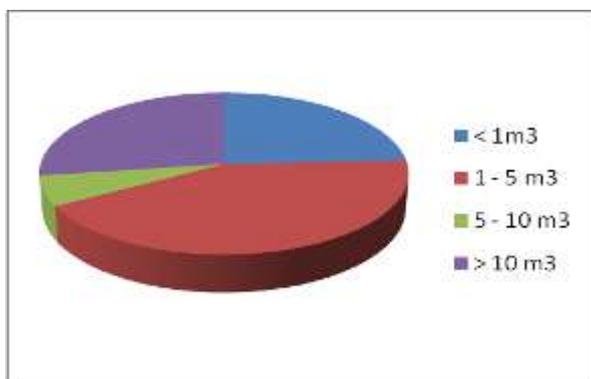


Figure 42 : Volume de résidus transportés

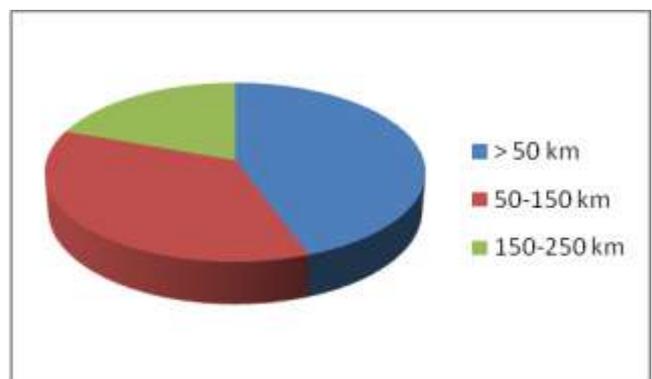


Figure 43 : Distance parcourue avec les résidus

Concernant les distances parcourues avec ces résidus, près de la moitié des structures transportent sur une distance inférieure à 50km. Seulement 7 structures parcourent parfois plus de 150km pour traiter leurs résidus. Ces données concernant le transport des résidus issus des TSM et urinoirs confirment le fait que :

- Le plus grand nombre d'évènements couverts sont de petites tailles puisque les volumes transportés sont en majorités inférieur à 5m^3 .
- Les solutions pour le traitement des matières collectées sont cherchées au niveau local.

2.9. Mode de gestion des résidus issus des TSM et des urinoirs

Une partie des prestataires pratiquent plusieurs modes de traitement pour les résidus issus des TSM et des urinoirs, en fonction du type de résidu obtenu ainsi que des situations (type d'événement, localisation de l'événement principalement).

Malgré tout, et en accord avec leurs préoccupations principales (cf. figure 8), le compostage fait partie des principaux modes de traitement des résidus.

Mode de gestion majoritaire des résidus issus des TSM et des urinoirs :

- **Plate-forme de compostage personnelle** : 25 des répondants (63 %)
- **Plate-forme de compostage collective** (agriculteurs composteurs ou collectivités territoriales) : 14 des répondants (35 %).

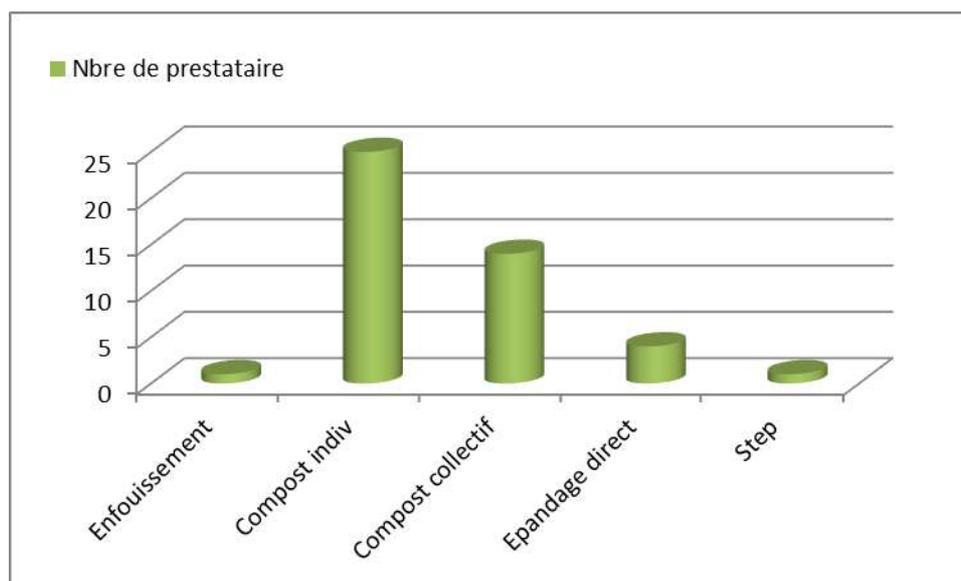


Figure 44 : Mode de gestion des excréta issus des TSM

L'enfouissement et les stations d'épuration sont des solutions très peu utilisées par les répondants (1 structure par réponse).

ENCADRÉ 3 : MODE DE GESTION SELON LE TYPE DE RÉSIDUS

Le *questionnaire complémentaire* nous permet de préciser les modes de gestion des résidus issus des TSM et des urinoirs, en fonction du type de résidu obtenu : (i) urines pures, (ii) urines + litières, (iii) excréta + litière.

Ces réponses confirment bien le fait que les « excréta + litière » sont traités majoritairement sur une compostière individuelle (= aire de compostage personnelle) ou sur une plate-forme de compostage.

Concernant les « urines + litières », nous observons qu'elles sont traitées globalement de la même manière que les « excréta + litière », même si elles sont collectées de manière séparées. C'est donc uniquement pour une raison de facilité logistique de transport qu'elles sont collectées séparément.

Pour finir, les « urines pures » sont gérées de manières diverses et variées. Selon nous, il n'y a aujourd'hui pas de « pratique idéale » pour gérer les « urines pures ». Ce flux souvent important et dilué est un challenge à gérer. La figure ci-dessous montre que les modes de gestion : fumière, épandage direct et station d'épuration, sont des solutions principalement utilisées pour gérer le flux des urines pures. Cela permet de relativiser les risques sanitaires liés à ces modes de traitement impliquant un minimum de manutentions et donc un minimum de contact avec le sous-produit.

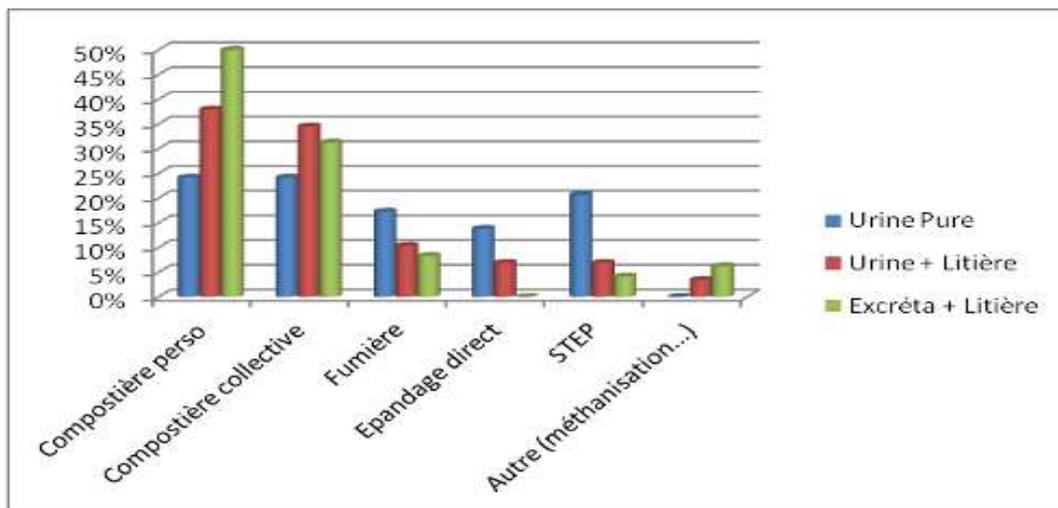


Figure 45: Mode de traitement selon le type de résidus

GESTION DES AIRES DE COMPOSTAGE PERSONNELLES

Sur les 25 répondants utilisant une aire de compostage personnelles, 7 d'entre eux ont étanchéifié leur aire de compostage. Cela peut s'expliquer par le fait que les prestataires traitent majoritairement des résidus solides ou semi-solides et peu d'urines pures sur leur propre plate-forme. Ils produisent donc *a priori* peu de lixiviats.

L'humidité des composts est gérée avec l'ajout des urines collectées séparément pour 21 des structures contre 9 qui utilisent uniquement l'eau de pluie.

L'aération est gérée par retournement avec une bêche ou une fourche pour 71% des structures (soit 22 prestataires). Les « brasscomposts », pelleteuses et retourneurs d'andain sont moins fréquemment utilisées. Le temps de traitement par compostage est variable : de 6 à 12 mois à plus de 24 mois, avec une répartition quasiment égale des répondants entre les différentes possibilités de réponses (environ ¼ pour chaque), comme le montre la figure 46.

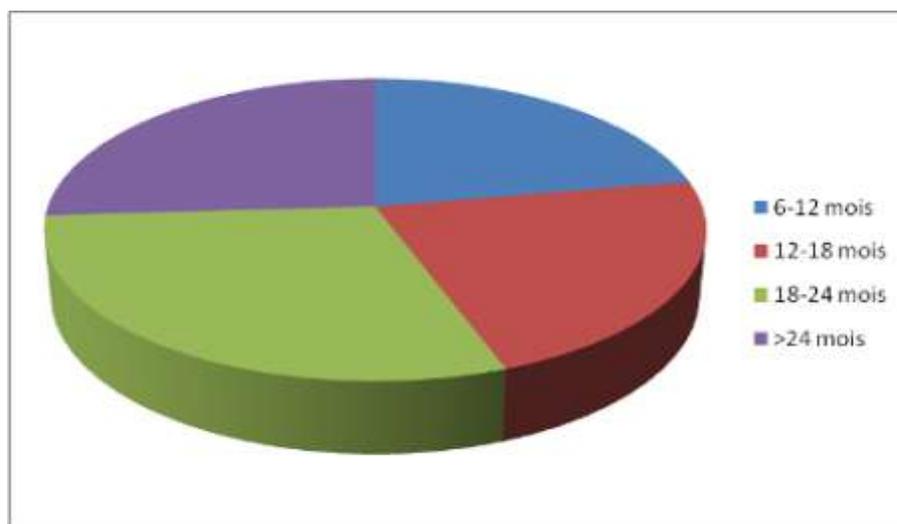


Figure 46 : Temps de traitement par compostage



Figure 47: Aire de compostage des TSM. Photographie : Chlorophylle

VALORISATION- PRATIQUES MAJORITAIRES

En fonction du type de résidus collecté puis sa gestion, le type de valorisation peut varier, mais globalement, près de ¾ des structures connaissent toujours la destination de leurs matières hygiénisé.

Concernant les « excréta + litières » collectés puis traités :

- Ils sont utilisés en tant qu'**amendement agricole** dans plus de 85% des cas. Il est cependant intéressant de noter que pour 2 structures les matières sont intégrés à un compost normé et donc vendu par la suite.
- L'amendement agricole se fait sur des **cultures majoritairement non-alimentaires**, seuls 10 répondants pratiquent l'amendement sur des cultures alimentaires (soit 14 %)
- L'amendement dans le graphique suivant (figure 33) correspondant aux 10 prestataires (36%) n'ayant pas précisé le type de culture sur lequel se fait l'épandage.

Concernant les « Urine + litières » et les « urines pures » collectées:

- Les urines (pures ou avec litière) sont majoritairement réinjectées sur le compost (13 réponses) et donc rejoignent la filière « excréta + litières » pour ce qui est du traitement et de la valorisation.
- Dans certains cas (7 réponses), les urines sont épandues directement, diluées avant épandage ou stockée avant épandage.

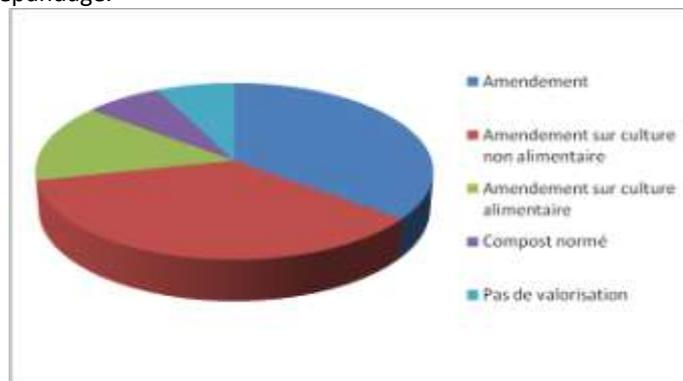


Figure 48 : Type de valorisation pour les matières « excréta + litières » traitées

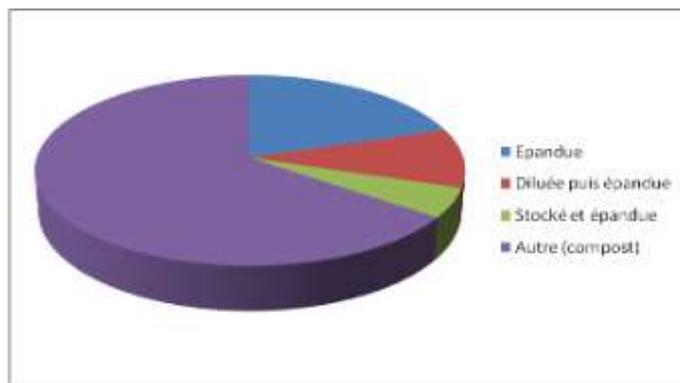


Figure 49 : Utilisation des urines

ENCADRÉ 4 : MODE DE VALORISATION SELON LE TYPE DE RÉSIDUS

Le questionnaire complémentaire nous permet de préciser que **l'épandage sur des cultures non alimentaires est bien le principal mode de valorisation des produits**, et ce tout particulièrement pour les types de résidus « excréta + litière » et « urines pures ».

L'épandage sur culture alimentaire est plus utilisé pour la valorisation des urines, notamment lorsqu'elles sont recueillies sur litière. Par ailleurs, d'autres modes de valorisation agricole apparaissent ici pour les résidus solides, notamment l'utilisation de composts normés (pour deux prestataires).

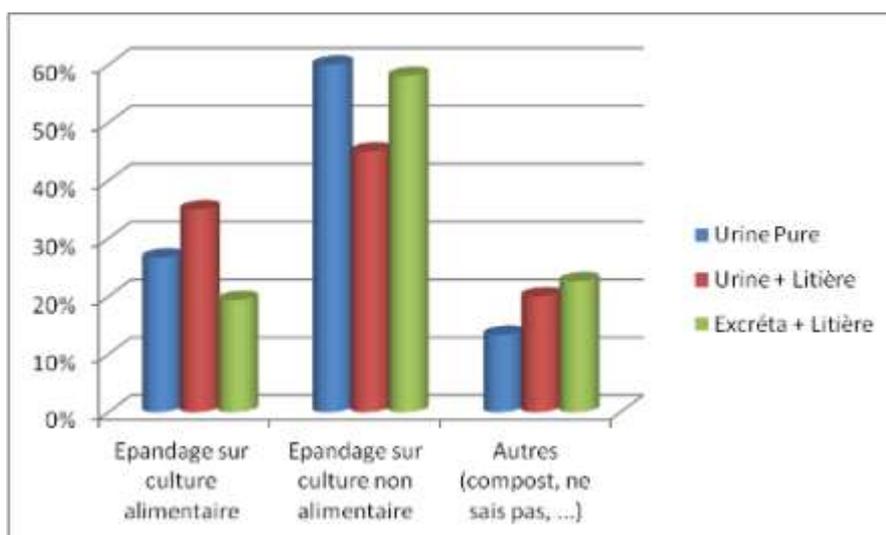


Figure 50 : Mode de valorisation selon le type de résidus

3. État des lieux des pratiques chez les commanditaires

Sur les 82 commanditaires identifiés et sollicités, seulement 22 ont répondu. Ce faible taux de réponse (27%) corrélé avec une identification partielle des commanditaires permet de dire que nous pouvons percevoir des tendances mais ne nous permettent pas de tirer des conclusions avec certitude.

3.1. Le profil des commanditaires et des événements organisés

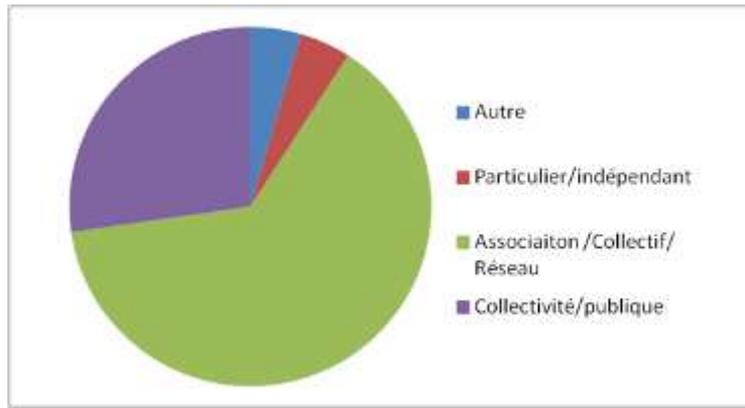


Figure 51 : Profil des commanditaires

On remarque que si la majorité des répondants ont une structure de type associative, les collectivités et autres services publics sont également bien représentés. Le fait d'avoir eu très peu de retours des particuliers est cohérent avec le fait que bien souvent ces commanditaires réalisent des événements ponctuels. Finalement, il est à noter qu'un répondant est une entreprise (dans la catégorie « autre » sur le schéma).

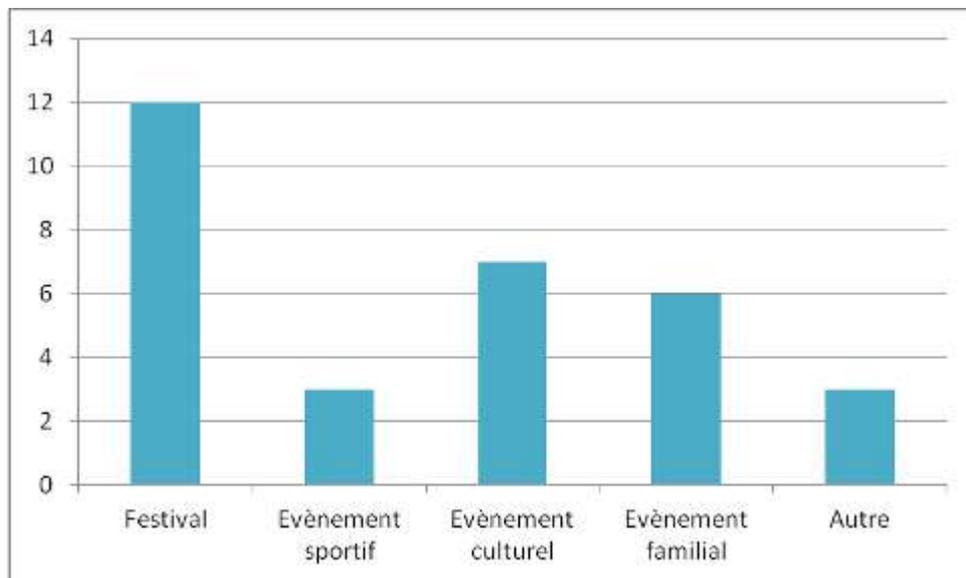


Figure 52 : Profil des événements couverts par les commanditaires

Il apparaît que les commanditaires couvrent majoritairement des événements de type « festival ». Cependant, les autres types d'événements, qu'ils soient sportifs, culturel ou familiaux, sont également mis en place. Par événements familiaux il faut comprendre des événements privés (mariages, fêtes privées etc.). Cependant certains répondant ont coché cette option de par le type de public (donc plutôt familial) qui participait à l'évènement, comme une journée citoyenne. Finalement, ont également été mentionné des événements de type chantiers, que ce soit des chantiers associatifs (jeunes, participatifs, etc.) ou de BTP.

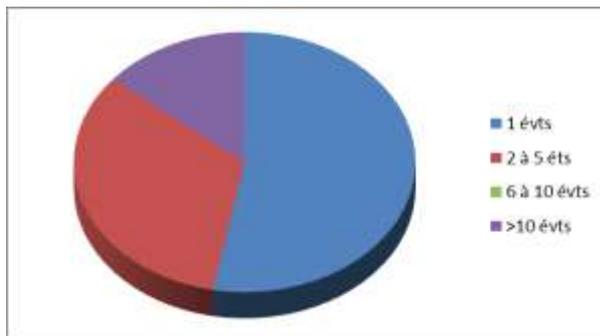


Figure 53 : Nombre d'événements organisés dans l'année par les commanditaires

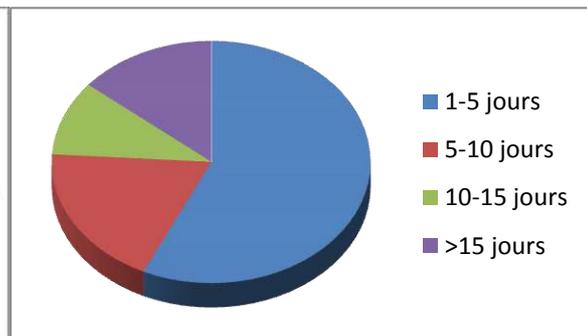


Figure 54 : Durée des événements

Les évènements organisés par les commanditaires interviewés sont donc variés mais généralement assez courts. Nous recensons notamment la fête du Parc Naturel Régional du cap et marais d'opale, festival papillon de nuit, les évènements culturels de la ville d'Angers, les journées citoyennes de la ville de Lens, le festival des completeurs festifs, la foire Eco-biologique de Nyons, etc.

Dans la grande majorité (95%) des cas recensés, les commanditaires ont recours à des toilettes sèches. Dans 2 cas, les toilettes sèches sont associées à des toilettes chimiques et dans 5 autres cas à des toilettes à eau qui sont soit fixes et raccordées soit mobiles et raccordées.

PRATIQUES MAJORITAIRES DES COMMANDITAIRES:

- Entre 1 et 5 évènements /an
 - Durée: entre 1 et 5 jours
 - Type d'évènement varié (festival, sportif, culturel, familial),
 - On retrouve une grande majorité d'évènement ponctuel
 - 95% des cas : utilisation de TSM
-

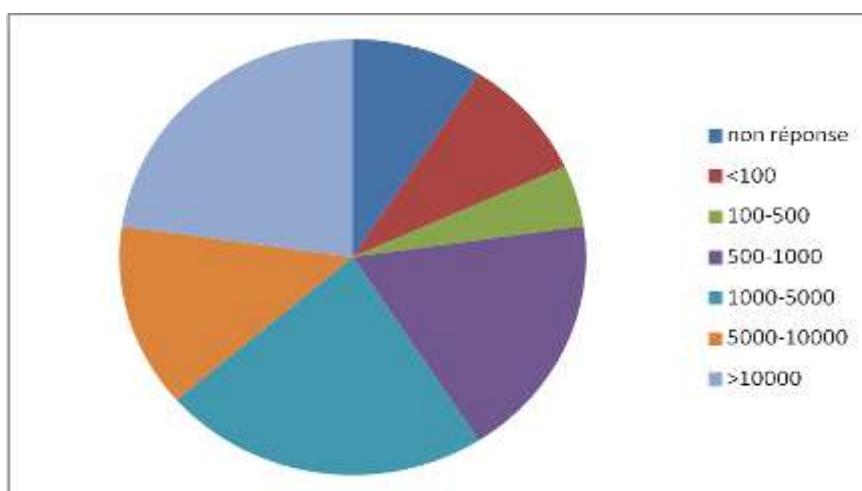


Figure 55 : Nombre de participants aux évènements recensés

Il apparaît que selon les types d'évènements, le nombre d'utilisateurs des TSM est très variable. Cependant, et pour avoir une idée du nombre de personnes potentiellement concernées, à la question « combien d'utilisateurs ont utilisé les TSM pendant l'évènement le plus important que vous ayez mis en place », sont recensées sur 10 évènements, plus de 45 000 personnes.

Pour finir, la mise en place de toilettes sèches mobiles comme action écoresponsable d'un évènement n'est jamais isolée. Effectivement, l'ensemble des commanditaires met également en place d'autres actions comme : gobelets réutilisables, cendriers de poche, covoiturage, tri des déchets, alimentation locale et bio, vaisselle lavable ou biodégradable.

Concernant la provenance des TSM et la gestion de leurs matières, il apparaît que les **commanditaires font appel à un prestataire, soit pour la location et la gestion des matières, soit pour la gestion des matières uniquement (sur place et post-évènement)**, étant entendu qu'ils ont auto-construit ou se sont fait prêtés des cabines de TSM. Le recours à un prestataire semble être une habitude des commanditaires dans plus de la moitié des cas.

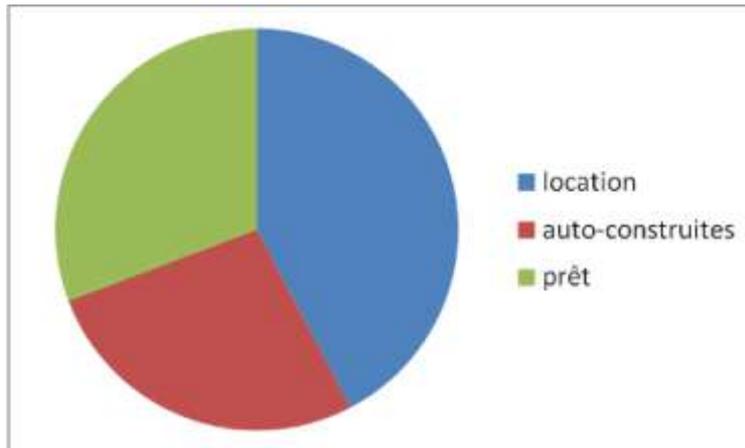


Figure 56 : Provenance des TSM utilisées

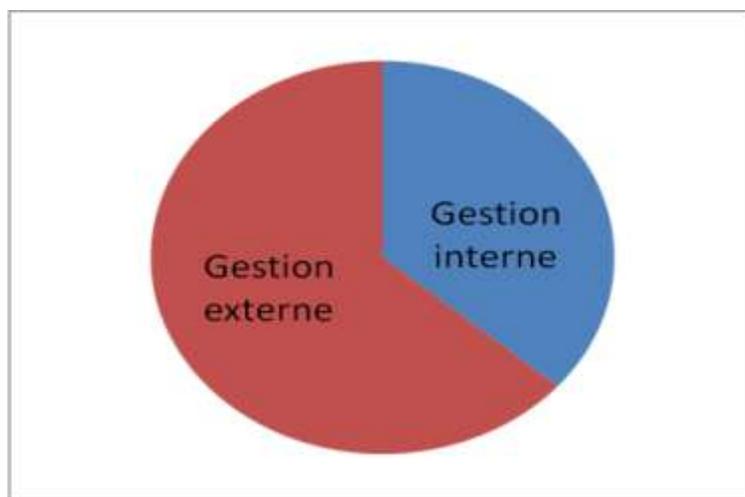


Figure 57 : Type de gestion des matières effectuée par les commanditaires

3.2. La perception des TSM par les commanditaires

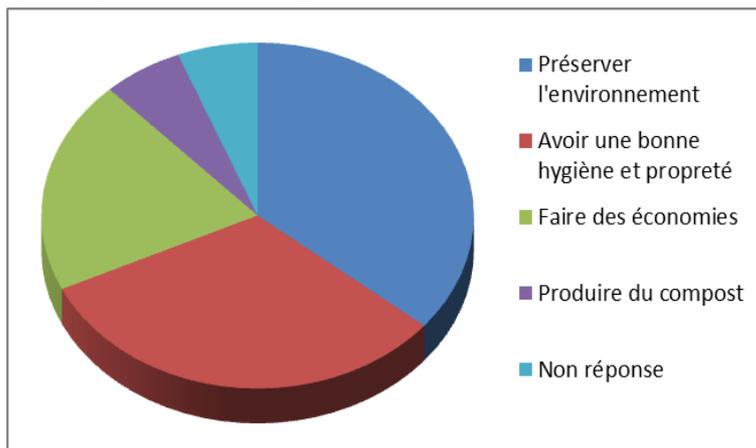


Figure 58 : Les attentes des commanditaires vis-à-vis de l'emploi des TSM

Pour les commanditaires les attentes principales vis-à-vis des toilettes sèches sont centrées sur la protection de l'environnement et les qualités sanitaires (perception d'une bonne hygiène et de plus de propreté). Le coût arrive seulement en troisième position. Plus des ¾ des commanditaires pensent qu'il n'y a aucun risque associé à l'emploi de toilettes sèches si leur gestion est maîtrisée.

Concernant l'environnement, les risques faibles et moyens perçus par les commanditaires sont associés à des défauts de mise en œuvre. Sont notamment mentionnés l'étanchéité des cuves et le design des aires de compostage.

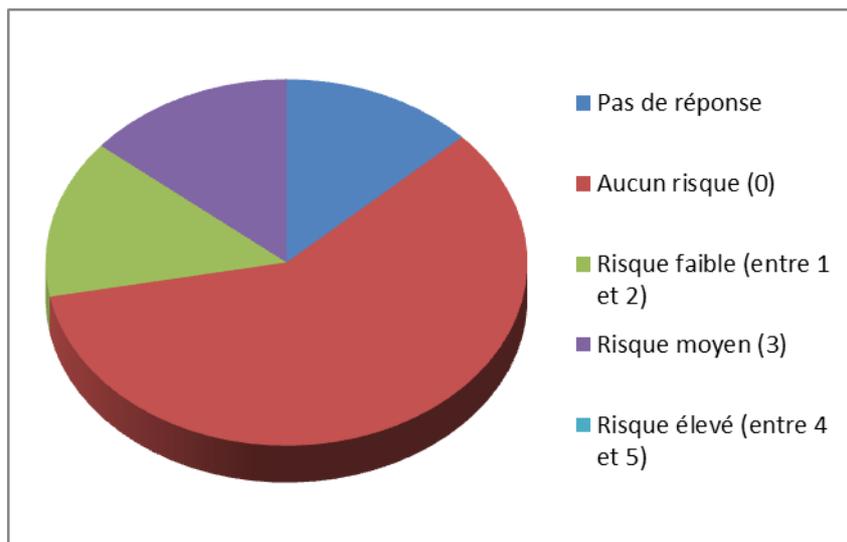


Figure 59 : La perception du risque environnemental des TSM par les commanditaires

Concernant la santé, les risques mentionnés concernent les résidus antibiotiques et la rapidité de la propagation des bactéries en cas de mauvaise gestion.

3.3. Les prestations de TSM

Le bouche à oreille et la réputation d'un prestataire reste le meilleur moyen de ces derniers pour obtenir un contrat avec un commanditaire. Il n'est pas possible de donner un coût journalier moyen pour une activité de prestation de TS mobile tant l'offre est variable en terme de contenu de prestation (animation, nombre et type de cabine, prise en charge des intrants et matières, installation des cabines, etc.). Toutefois, dans $\frac{3}{4}$ des cas, le prestataire prend en charge les matières (pendant et après l'évènement) et dans un peu plus de la moitié des cas, les intrants (papier et litière notamment).

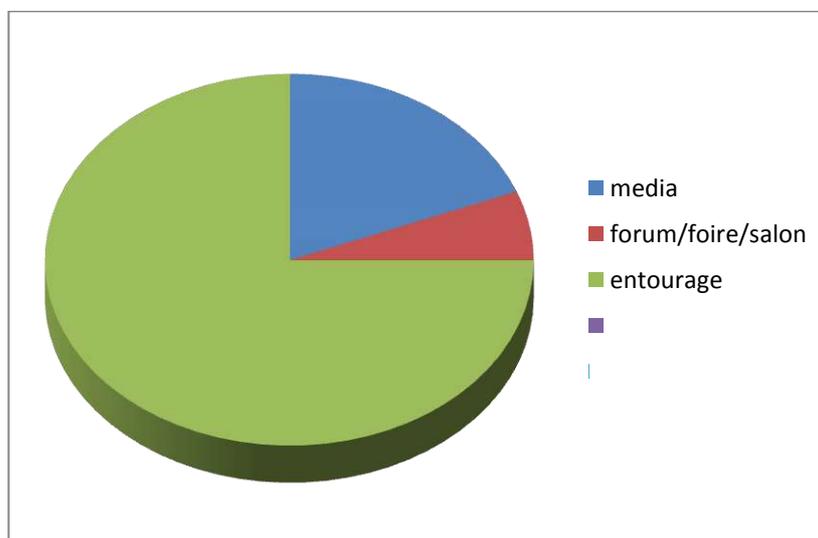


Figure 60 : La connaissance du prestataire par le commanditaire

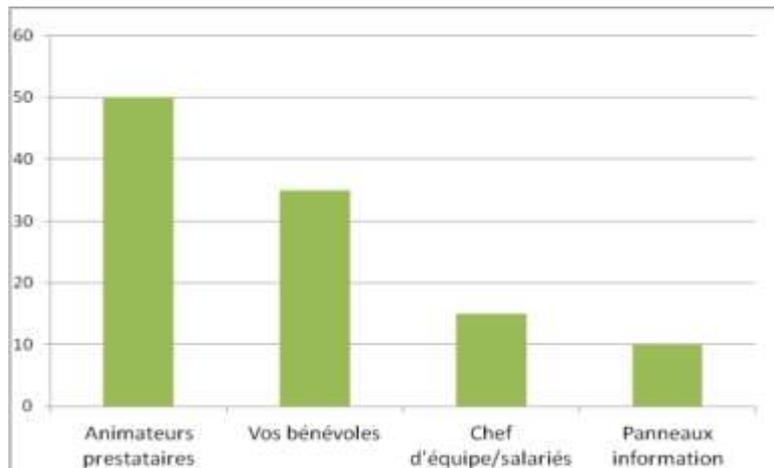


Figure 61 : Type de personnel responsable de la gestion des TSM

Les **critères de choix d'un prestataire** mentionné par un commanditaire, par ordre de récurrence, sont:

1. Animation et Coût
2. Proximité du prestataire et sérieux
3. Qualité du service (réactivité, entretien)

Si les attentes des commanditaires vis-à-vis des toilettes sèches portent principalement sur l'environnement et l'hygiène, le choix du prestataire est d'abord basé sur l'animation et le coût.

Les modèles de toilettes sèches mobiles utilisés sont des toilettes à litières avec ajout de sciure et parfois de copeaux. La mise en place d'urinoirs secs pour les hommes est mentionnée dans un peu plus de la moitié des cas. D'autre part, la mise en place de cabine pour personne à mobilité réduite (PMR) semble se mettre en place à partir de 5 cabines louées. Ainsi, plus le nombre de cabines est important, plus le nombre de cabine PMR augmente.

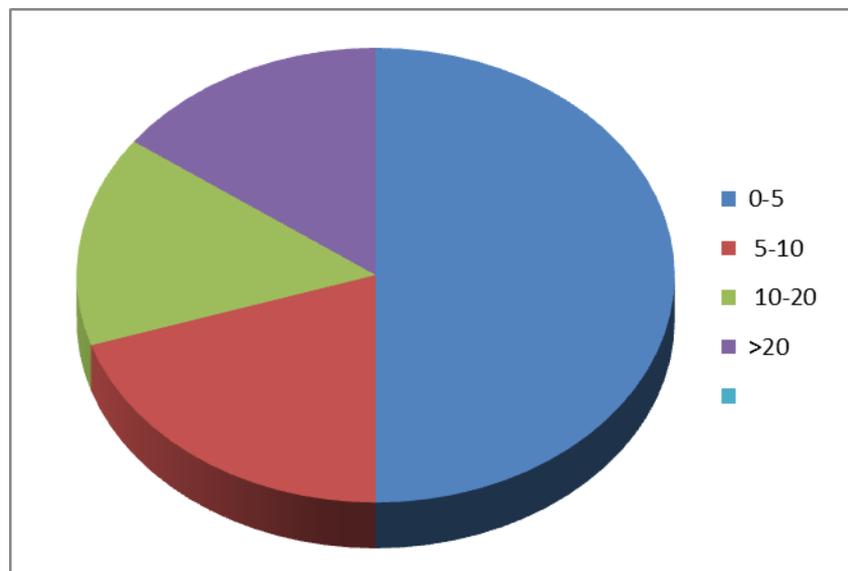


Figure 62 : Répartition du nombre de cabine moyen louée pour un événement

D'autre part, les commanditaires ne sont pas homogènes dans l'attribution du nombre de cabine en fonction de la taille d'un événement, surtout pour les événements de plus de 1000 participants où le nombre de cabine peut varier de 1 à plus de 20. **Une recommandation de dimensionnement devrait être proposée dans le cadre du présent projet.**

3.4. La collecte et le stockage des matières des TSM

Concernant ce chapitre, les commanditaires sont généralement peu informés quant à la gestion de la part de leur prestataire, même s'ils savent qu'il y a des vidanges.

Les commanditaires ayant répondu peuvent quand même affirmer, pour les ¾ d'entre eux, que les réceptacles utilisés pour la collecte des excréta sont en plastiques, d'une contenance de 80 litres et qu'ils sont majoritairement vidés quand ils sont pleins ; ce qui demande une présence quasi permanente sur place. En général, les commanditaires ne connaissent pas le nombre de réceptacles disponibles pour la collecte des excréta.

Le stockage des matières se fait généralement sur le lieu de l'évènement. Selon les commanditaires presque la moitié des matières sont stockés dans une zone non accessible au public. Dans ce cas, les excréta sont stockés soit dans des bennes, des bacs, des poubelles ou en tas.

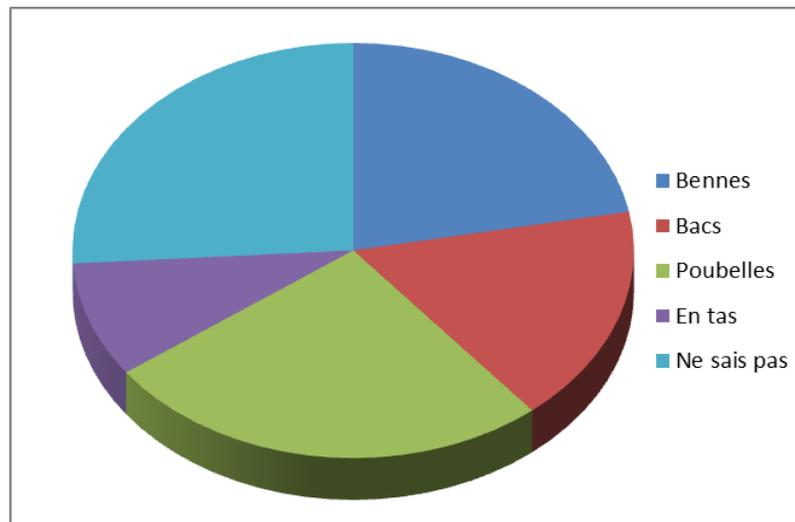


Figure 63 : Type de réceptacle de stockage des matières

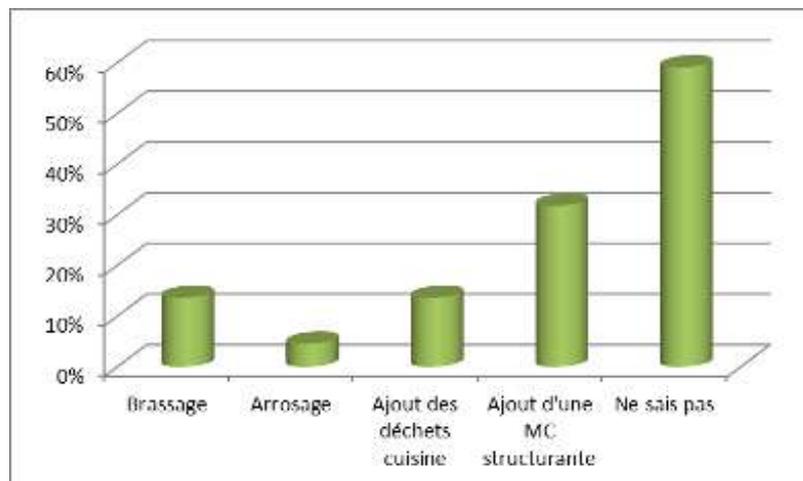


Figure 64 : Pratiques réalisées sur les matières collectées

Les figures 64 et 65 montrent une méconnaissance des commanditaires quant à la gestion des matières. On remarque que dans 2 cas, le stockage ne se fait pas en cuve étanche mais en tas, ce qui n'est pas une pratique recommandable, et que l'emploi de litière structurante pour le compostage semble être une habitude dans au moins 7 cas.

COLLECTE ET STOCKAGE – TENDANCES CHEZ LES COMMANDITAIRES

Peu de connaissance des commanditaires sur la collecte et le stockage. Globalement ils savent que

- Il y a des vidanges,
- Le type de réceptacle est en plastique et est > 80L
- Qu'il existe une zone de stockage, mais ils ne savent pas ce qu'il s'y passe

3.5. Les mesures d'hygiène

Plus de 77% des commanditaires interviewés nous informent de la présence d'un dispositif de lavage des mains avec leurs installations de TSM.

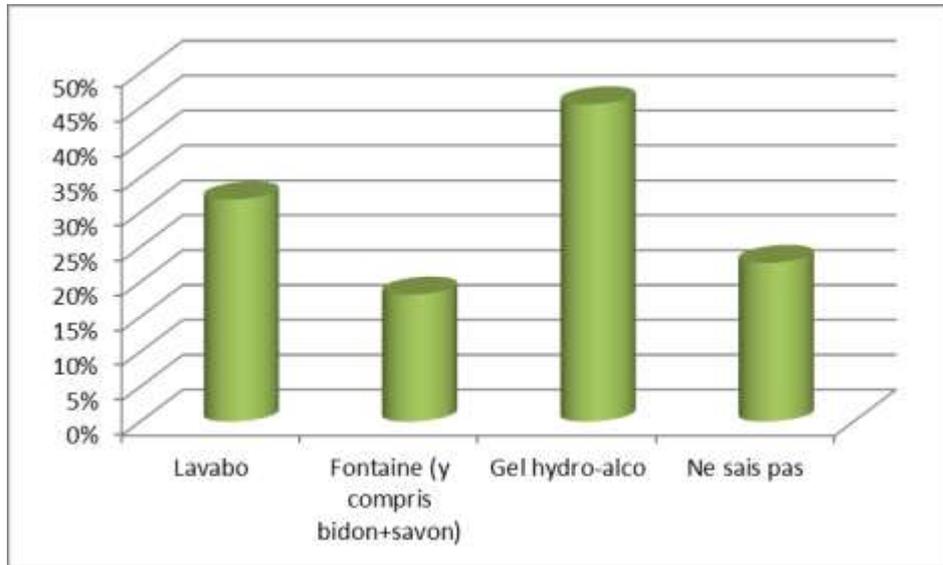


Figure 65 : Type de dispositif de lavage des mains

55% des commanditaires mentionnent que leurs cabines et les réceptacles contenant les excréta sont nettoyées soit au cours de l'évènement (42%) soit en fin d'évènement (13%). Les autres ne savent pas. Le produit utilisé est généralement de l'eau savonneuse (70% des cas). Certains mentionnent l'emploi de vinaigre blanc, de javel ou d'autres détergents dans 30% des cas.

45% des commanditaires mentionnent que leurs agents utilisent des gants pour le nettoyage des cabines et le transvasement des matières. 20% mentionnent qu'ils ne savent pas. Dans les 35% restant on peut estimer, à partir des réponses données par les prestataires, qu'une partie non négligeable constitue des « non réponses » plutôt que le constat du non port de gant.

3.6. Le transport et la valorisation des matières

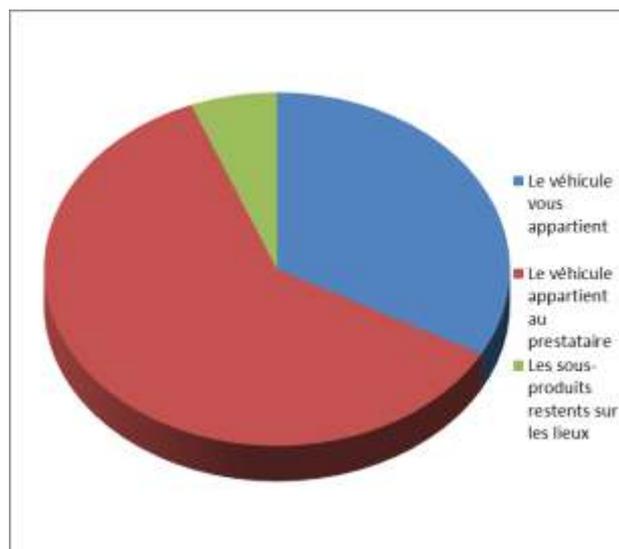


Figure 66 : Appartenance du véhicule de transport des matières

La corrélation la Figure 69 et la Figure 40 (type de véhicule des prestataires) confirme qu'au moins 60% des commanditaires disposant de toilettes sèches mobiles ont recours à un prestataire pour la gestion des sous- produits, les autres gèrent leurs matières par leurs propres moyens. Pour un commanditaire, le recours à un prestataire de TSM repose notamment sur sa capacité à gérer convenablement les matières



(capacité de traitement selon les règles et dans le respect de l'environnement, des usagers et du personnel).

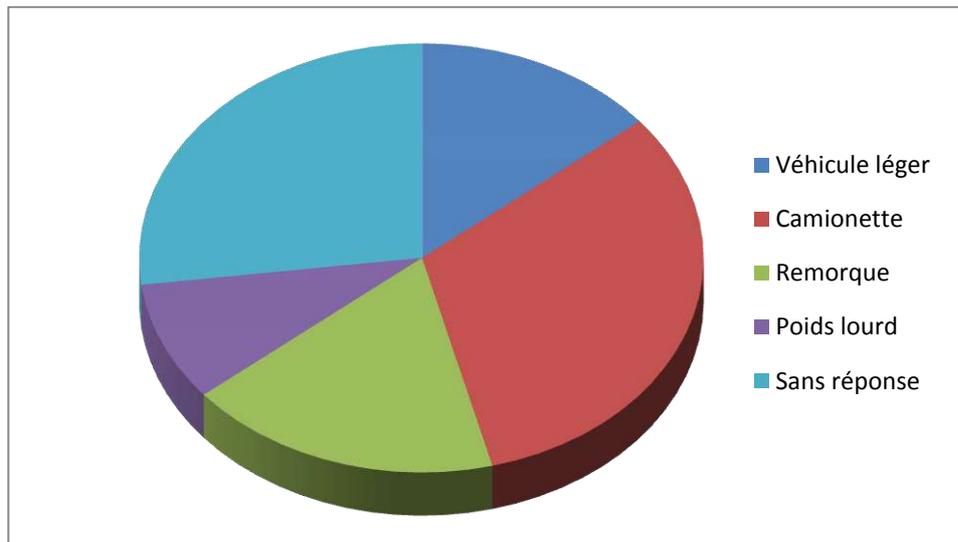


Figure 67 : Type de véhicule de transport des matières

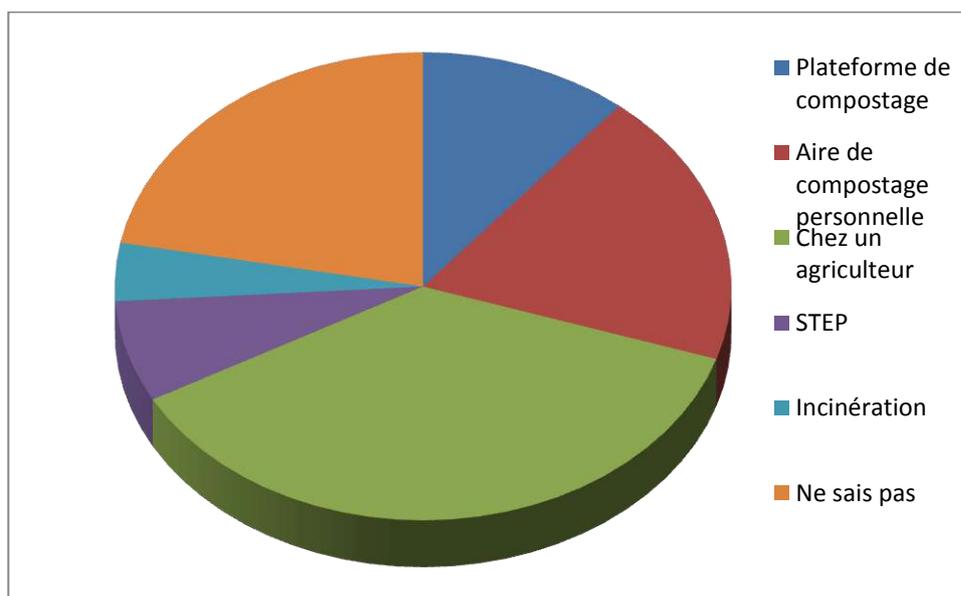


Figure 68 : Traitement et valorisation des matières

Beaucoup ne savent pas comment sont transportés les matières collectées (plus d'1/4) par contre, et a contrario du maillon collecte, les commanditaires semblent savoir ou vont et comment seront traités les excréta.

Il apparaît que le recours à un agriculteur pour le traitement des matières reste majoritaire devant l'aire de compostage personnelle (du commanditaire ou du prestataire). Finalement, l'épandage des urines sur place ou sur le site de traitement (impliquant un déplacement) semblent être les pratiques les plus courantes. Les techniques de traitement et de valorisation (stockage puis dilution) ne semblent quant à elles pas connues des commanditaires.

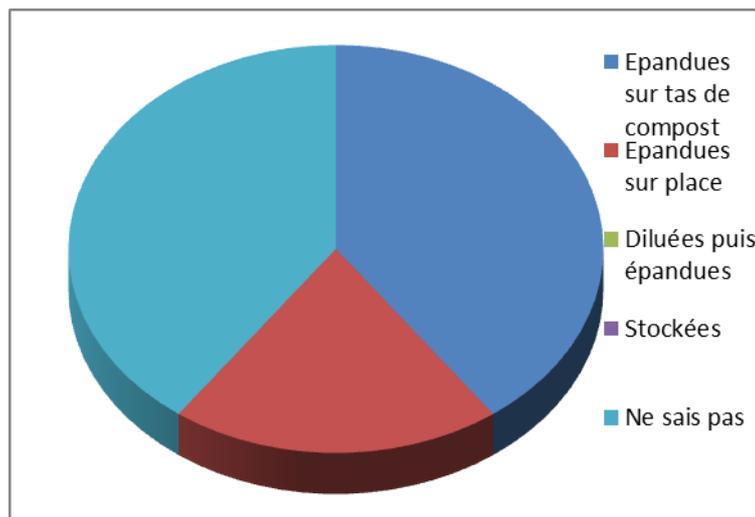


Figure 69 : Traitement et valorisation des urines pures

3.7. Synthèse

Les commanditaires interviewés sont principalement des associations (réseau ou collectifs) et des collectivités qui organisent majoritairement des festivals d'une durée de 1 à 5 jours. Ils ont une perception positive des TSM sur leur impact environnemental, leur état de propreté et la santé des usagers. Selon eux, les TSM ne représentent pas de risque sanitaire ni environnemental si elles sont bien gérées.

Cependant, les commanditaires paraissent avoir une méconnaissance du dimensionnement du nombre de cabine à mettre en place en fonction de la taille d'un évènement. De même, le recours majoritaire à un prestataire pour les TSM engendre une méconnaissance de la filière de gestion des matières (transport, traitement et valorisation).

Les critères de choix des commanditaires vis-à-vis d'un prestataire reposent sur leur capacité d'animation et d'entretien, la gestion des matières puis le coût.

4. Choix des filières à suivre

4.1. Critères et choix des filières

4.1.1. Critères de sélection.

A partir de cet état des lieux des pratiques les plus représentatives et afin d'approfondir l'analyse dans une perspective plus qualitative, nous avons sélectionné 4 filières types de prestation de TSM.

Cinq critères ont guidés le choix de ces filières afin de prendre en compte la diversité des réalités de terrain et les points clés pour une caractérisation impacts sanitaires :

1. Type de matière collectée (matière brute avec ou sans ajout de litière)
2. Type de contenant des matières collectées
3. Type de transport
4. Type de traitement des matières collectées
5. Type de valorisation des matières obtenus

L'élément central de distinction des filières est le type de matière produite ; c'est ce paramètre qui a guidé le choix des filières. Nous avons ensuite fait varier les 4 autres critères en fonction des réponses les plus représentatives. Les autres éléments présents dans le questionnaire qui n'ont pas été retenus comme critères centraux seront, dans la mesure du possible, commun à toutes les filières afin de neutraliser leur influence sur les résultats.

Sur la base de ces profils types, deux prestataires seront retenus pour chaque filière afin de procéder aux analyses d'impacts sanitaires, soit au total 8 prestataires. Dans la mesure du possible tous seront membres du RAE afin de mieux connaître et de renforcer les pratiques *a priori* les plus performantes car respectant l'unique charte existante à ce jour en France, basée sur les recommandations émises par la DGS. Le but de la présente étude n'est en effet pas de stigmatiser les pratiques défaillantes mais bien d'améliorer les conditions environnementales et sanitaires actuelles d'utilisation des TSM et de favoriser la diffusion des bonnes pratiques.



4.1.2. Filières retenues

Le type de matière collectée dans des TSM peut être :

- Des urines pures
- Des urines + litière
- Des excréta + litière
- Des fèces + litière

Au regard des réponses aux questionnaires, il apparaît que les « fèces + litière » représentent très peu les pratiques actuelles des professionnels de la location, en conséquence, le flux « fèces + litière » a vite été écarté. La majeure partie des répondants gèrent « urine + litière » et « excréta + litière » tandis que 50% d'entre eux gèrent des « urines pures ».

Pour définir le 1^{er} maillon pour chacune des 4 filières, trois options soit: (i) prendre chaque flux restant, c'est-à-dire « urine + litière » ; « excréta + litière » ; « urines pures » ; (ii) prendre deux des trois flux ; (iii) prendre un seul des trois flux.

Etant donné que 50% des répondants gèrent des urines pures, et au vu des difficultés logistiques rapportées par certains prestataires sur ce flux-là, il a été décidé de définir une filière avec comme matière collectée, des urines pures.

D'autre part, les matières « urine + litière » et « excréta + litière » étant des flux essentiellement solides (ou semi-solides) qui se « ressemblent » et qui sont le plus souvent traités de façon similaire, il a été décidé de ne prendre que le flux « excréta + litière » pour pouvoir comparer différentes pratiques à l'étape du traitement

Conclusion sur le choix du type de matière collectée :

- Une filière avec de l'urine pure
- Une filière avec « urine + litière »
- Deux filières avec « excréta + litière »

4.2. Définition des trois filières.

4.2.1. Filière Urine Pure

Sur les 20 répondants pratiquant la gestion des urines pures :

- 20% épandent les urines directement
- 10% épandent les urines après dilution
- 5% stockent les urines avant épandage
- 65% ont une pratique « autre », principalement recirculation des urines sur compost ou sur déchets verts.

Même si la pratique la plus représentative est une recirculation des urines pures, sur le compost ou des déchets verts, ce n'est pas le traitement qui a été retenu, car en terme de traitement, il rejoint celui concernant les deux filières « excréta + litière ».

De plus et pour connaître les pratiques de l'unique répondant « stockage avant épandage », nous n'avons pas retenu son cas, car il n'a jamais épandu les urines après stockage puisque pour l'instant il se contente de stocker.

Ainsi, il a été décidé de regarder les pratiques des prestataires adhérents au RAE qui (i) épandent directement, ou (ii) diluent puis épandent. Le croisement des données, nous a permis de voir que sur les 6 structures réalisant de l'épandage d'urines pures, 3 font parties du RAE. Deux d'entre elles diluent puis épandent, et la troisième épand directement.

Une proposition est de choisir un prestataire qui réalise de l'épandage direct et un autre, de l'épandage après dilution. Le choix du nombre de prestataire étant restreint sur cette filière, les autres maillons de la filière (type de contenant et transport) devront être définis selon leurs pratiques.

Tableau 1: Caractéristiques de la filière 1

	Type de matière	Contenant	Transport	Traitement	Valorisation
Filière 1	Urine pure	Cuve 1000L / tonne à lisier	VU, VL, Camion, ou citerne	Sans stockage	Épandage sans et/ou avec dilution

4.2.2. Filières « excréta + litière »

Les réponses au questionnaire ont permis de mettre en avant un fort pourcentage de traitement par compostage, sur une aire privée d'une part, et/ou sur une plate-forme collective d'autre part.

Il a donc été décidé de définir deux filières,

- [filière 2] : sur aire de compostage privé avec ajout de matière carbonée (aire non-étanche),
- [filière 3] : sur plate-forme collective avec ajouts de déchets verts (aire étanche).

À noter que par plate-forme collective, nous parlons d'un compostage réalisé par des professionnels du compostage, sur une plate-forme de compostage. Ces différences de traitement (uniquement matières carbonées ou avec matières carbonées + déchets verts) permettra peut-être de mettre en avant une pratique plus efficace qu'une autre en termes de traitement et de valorisation.

Pour rappel, les résultats de l'étude sur les toilettes sèches familiales avaient montré qu'en compostant avec des matières carbonées (sciure et copeaux d'essences variées) uniquement, la température n'augmentait que faiblement et les résultats des analyses agronomiques ont montré que le pH était encore acide et le rapport C/N trop élevé pour un compost après 1 an de traitement. D'autre part, en ce qui concerne les germes pathogènes, les 1 ans de compostage s'ils étaient suffisant pour les *E. coli*, ne l'était pas pour les *C. perfringens*.

Concernant la [filière 3], et par croisement des résultats, 10 répondants gèrent les matières collectées sur une compostière agricole avec ajout de fumier/déchets verts. De ces 10 répondants, 3 font partie du RAE. De plus, 5 répondants compostent sur aire étanche, dont 3 du RAE.

Par expérience nous savons que certaines plates-formes de compostage collective : (i) accepte les matières issues des TSM comprenant des excréta et (ii) vendent leur compost, normé déchets verts. Aujourd'hui, pour la filière collective s'applique un cadre réglementaire : la norme NF44-051. Cette norme n'accepte a priori pas (ou en tous cas, pas explicitement) les résidus des toilettes sèches. Un risque de refus de participer à l'étude de la part des plates-formes collectives et prestataires concernés existe. **Dans le cadre de l'étude, et si cette filière 3 est validée, se pose la question de la confidentialité des données, pour le prestataire mais également pour la plate-forme de compostage.**

Au-delà du cadre réglementaire, il nous paraît toutefois intéressant de pouvoir obtenir des résultats sur ce type de traitement en termes d'impact sanitaire afin d'évaluer le risque réel de ces pratiques. Il s'agit ici de permettre aux professionnels des TSM de se positionner contre ces pratiques en cas de risque avérés ou de pouvoir au contraire œuvrer pour une évolution de la réglementation en cas d'absence d'impact.

Concernant le maillon transport, les pratiques sont diverses et variées : véhicule léger avec remorque, fourgon, remorque agricole ou poids lourd. Il a été décidé d'en choisir deux qui étaient représentatives des pratiques.

Pour la filière « aire de compostage privée », filière plutôt représentative des événements de petite et moyenne échelle → véhicule utilitaire.

Pour la filière « aire de compostage collective », filière plutôt représentative des événements de moyenne et grande échelle → Camion / poids lourd.

NB : les questionnaires n'ont pas permis d'avoir la relation entre quantité de matières récoltées et contenant et transport. D'autre part, il a été indiqué que parfois les prestataires sous-traitent le transport pour aller jusqu'à la plate-forme de compostage collective.

Concernant le maillon contenant, il est aussi important que le véhicule qui transporte. Dans 90% des cas, la gestion des matières se fait au moyen de poubelles plastiques de 80 litres.

Il a été proposé que dans les deux cas (filières 2 et 3), les contenants soient des poubelles de 80L à couvercle vissable.

Tableau 2: Caractéristiques des filières 2 et 3

	Type de matière	Contenant	Transport	Traitement	Valorisation
Filière 2	Excrétas + litière	Poubelle plastique 60 ou 80 L avec couvercle vissable	Véhicule utilitaire	Compostage sur Plate-forme privée non étanche	Epandage sur culture non alimentaire
Filière 3	Excrétas + litière + déchets verts	Poubelle plastique 60 ou 80 L avec couvercle vissable	Camion ou poids lourds	Compostage sur Plate-forme collective étanche	Epandage sur culture alimentaire

PARTIE II : IMPACTS SANITAIRES POTENTIELS DE LA GESTION DES MATIÈRES DE TOILETTES SÈCHES MOBILES (HORS USAGES PAR LES PARTICULIERS)

1. Contexte, objectifs, méthode

A la suite de la diffusion des enquêtes à destination des structures proposant la location de Toilettes Sèches Mobiles (TSM) et des commanditaires - et du traitement des résultats recueillis, un rapport d'état des lieux des pratiques a été rédigé [12]. Quatre filières de l'assainissement les plus représentatives des pratiques des loueurs vont être suivies :

- Les urines pures
- Les urines mélangées ou ayant été en contact avec de la litière
- Les excréta (fèces+ urines) + litière absorbante (sciures) + litière respirante (paille, etc.) avec un traitement sur une plate-forme de compostage autonome
- Les excréta + litière absorbante (sciures) + litière respirante (paille, etc.) avec un traitement sur une plate-forme de compostage collective.

Le compostage de matières issues de TSM est le traitement le plus répandu. Il permet d'hygiéniser les matières de TSM, de les valoriser par un retour aux sols et d'améliorer leurs propriétés physico-chimiques (structure, augmentation de la matière organique, de la teneur en éléments fertilisants, amélioration du pH et de la porosité du sol, etc.) et biologiques (augmentation de la biomasse microbienne et de son activité) [13] [14].

On parle de compostage autonome lorsque des particuliers compostent chez eux leurs propres déchets organiques (déchets verts, déchets de cuisine, matières fécales ...) alors que le compostage sur une plate-forme collective permet la fabrication de compost à partir des déchets organiques contrôlés qui peuvent provenir de déchèteries du territoire, de l'entretien des espaces verts communaux, de fermes, etc. Le produit final est analysé pour répondre aux normes en vigueur avant la vente aux particuliers.

Dans ce cadre, il convient de vérifier l'innocuité des pratiques réellement mises en œuvre. C'est pourquoi une analyse des risques sanitaires est proposée.

L'analyse des risques sanitaires correspond ici à la définition généralement utilisée dans le domaine de l'alimentation [15]. Ces analyses de risques sont composées de trois modules: une évaluation des risques (qualitative et/ou quantitative), des propositions de mesures de gestion des risques résiduels s'il y a lieu et la communication auprès du public concerné.

L'assainissement est un domaine ayant donné lieu depuis plusieurs siècles à une quantité de textes législatifs et réglementaires ainsi que des travaux d'analyse des risques. De ce fait, il a été décidé de se limiter à :

- Préciser si un ou des textes / recommandations déjà produits vise ou s'adapte à l'utilisation des toilettes sèches mobiles et à la gestion de leurs matières,
- Analyser la logique sanitaire ayant prévalu à l'élaboration des mesures/recommandations en vigueur en France visant à réduire les risques sanitaires associés à l'assainissement que ce soit pour les excréta ou pour les différents rejets ou matières de l'assainissement,
- Produire une réflexion spécifique sur les risques particuliers pour la population en générale ou les travailleurs pouvant être associés à l'utilisation de Toilettes Sèches Mobiles et à la gestion de leurs matières (en dehors du contexte domestique),
- Suggérer des mesures de prévention des risques supplémentaires s'il y a lieu, au regard de la réalité des usages et de la filière.

2. Analyse de l'encadrement juridique relatif à l'assainissement en termes de prévention des risques en santé

2.1. Les textes relatifs à l'assainissement en général

La caractérisation des pratiques étudiées n'existant pas, aucune réglementation ne cadre la gestion des matières de TSM. Il est donc possible de proposer un référencement des textes relatifs des filières de traitement des matières solides de l'assainissement « conventionnel » (Directives Européennes, textes législatifs et réglementaires français, recommandations de l'OMS). Ces différents textes sont consultables dans la PARTIE I de ce rapport, au chapitre 1.2 " Les TSM : quel contexte réglementaire ? "

2.2. Les aspects de prévention des risques sanitaires associés à ces textes

Les premières installations de traitement des eaux usées datent de la Haute Antiquité, il faut attendre la fin du Second Empire en France pour voir commencer à se mettre en place un réseau d'égout significatif à Paris. En réalité, ce sont les premières épidémies de choléra sur le continent européen qui vont déclencher dans les très grandes villes, ce que l'on appellera ensuite les services d'hygiène publique : eau potable, assainissement, poubelles.

C'est en 1902 que la première loi de Santé Publique, déclinée ensuite en Règlements Sanitaires Départementaux, fixe une obligation d'assainissement aux communes au sein desquelles les taux de mortalité par maladies à transmission hydrique sont trop élevés. Les premiers textes visent donc explicitement et directement la prévention des risques dits du péril fécal.

Au milieu du 20^{ème} siècle, avec l'émergence des préoccupations environnementales dans les pays développés, d'autres lois vont apparaître visant à protéger également l'environnement, avant tout les milieux aquatiques superficiels. D'autres enjeux vont être pris en compte dans les réglementations. Il s'agit désormais, d'un retour de la valorisation de ce qui était considéré comme des déchets dû à deux grandes causes : le déficit hydrique et la pauvreté des sols¹⁵. C'est dans l'optique de favoriser cette réutilisation à des fins d'amélioration de la production alimentaire que l'OMS a produit, dès 1973 [16], un premier document concernant cette problématique. Cependant, ce document pointe déjà le fait que dans certaines régions du Monde, le traitement des eaux usées est négligé ou trop sommaire et que de ce fait, la réutilisation des produits de l'assainissement pourrait engendrer des risques sanitaires et environnementaux.

En 2006, toujours dans un souci d'amélioration des conditions de vie, de réduire la pauvreté et la faim dans le monde et d'assurer un environnement plus durable, l'OMS a écrit un document nommé « L'utilisation d'eaux usées, d'excrétas et d'eaux ménagères en agriculture et en aquaculture » [17] pour aider les collectivités à obtenir davantage de récoltes pour l'alimentation et à tirer parti de ressources précieuses comme l'eau et les nutriments. On y trouve différentes recommandations pour atteindre l'hygiénisation des matières basées sur des données scientifiques d'analyse des agents pathogènes et des produits chimiques.

Dans le contexte français récent, la réglementation concernant la réutilisation des eaux usées traitées est également considérée. Elle est cadrée par l'Arrêté du 02 août 2010 [18].

2.3. Réglementation sur les Toilettes Sèches

A ce jour, en France, seul l'article 17 de l'arrêté du 7 septembre 2009 (révisé en 2012 [2]) - fixant les prescriptions applicables aux installations recevant une pollution organique inférieure ou égale à 20 EH - autorise l'installation des Toilettes Sèches (TS) comme mode d'assainissement.

Ces installations sont contrôlées par le SPANC (conformément à l'arrêté de 2009 relatif aux modalités d'exécution de la mission de contrôle des installations d'assainissement non collectif). Notamment, l'étanchéité de la cuve recevant les matières, l'épandage des matières et l'absence de nuisance pour le voisinage et de pollution visible devront faire l'objet du contrôle.

Si à ce jour, aucune loi ne cadre les installations de Toilettes Sèches Mobiles (TSM), il existe cependant quelques recommandations de la Direction Générale de la Santé (DGS) apparues dans un rapport en date de 2010 pour les établissements recevant du public (ERP). On y trouve les recommandations suivantes :

¹⁵ Lire Sabine Barles, « l'invention des déchets urbains »



- Des points d'eau potable pour le lavage des mains doivent être disponibles à proximité immédiate des toilettes et en nombre suffisant. Ils sont équipés de produits de nettoyage des mains et d'un dispositif d'essuyage ou de séchage,
- Un protocole de nettoyage doit être mis en œuvre pour la gestion sanitaire des parois du conduit des WC. A minima, une inspection horaire des WC s'impose,
- Sur le plan de la gestion des matières récupérées, il est impératif que puisse être mis en œuvre une filière de traitement par compostage des matières fécales à des fins d'hygiénisation,
- Les conditions de compostage des matières fécales doivent être maîtrisées,
- A défaut de compostage mis en œuvre selon les conditions présentées dans le rapport, toute opération d'assainissement par Toilettes Sèches en ERP (Equipements Recevant du Public) doit être couplée à une possibilité de dépotage des matières en STation d'Epuration (STEP),
- L'épandage direct des matières fécales doit être interdit.

2.4. Conclusion et recommandations

Tous les documents, qu'ils soient réglementaire ou à titre de recommandations, quel que soit leur âge, montre que les risques associés aux excréments sont définis comme l'ensemble des maladies pouvant être transmises par les eaux usées, les déjections (humaines ou animales), directement ou indirectement et doivent être contrôlés. L'ensemble des recommandations met en évidence que les risques peuvent être prévenus en agissant selon deux dimensions :

- un prétraitement ou un traitement de ces matières visant leur hygiénisation (diminution de la charge en agents pathogènes potentiellement présents),
- des limitations d'utilisation de ces produits, en tenant compte des usages des milieux récepteurs.

Ceci confirme la nécessité de conduire une analyse raisonnée des risques pouvant être associés à l'utilisation des TSM et à la gestion des matières produites. Cette analyse constitue le troisième chapitre de cette partie

3. Analyse de la filière « Toilettes Sèches Mobiles » : élaboration des schémas d'exposition

3.1. Rappel sur la filière et ses usages

Plus de 95% des Toilettes Sèches Mobiles présents lors d'un événement sont des « Toilette Sèche à compost » de la famille des TS unitaires¹⁶, c'est-à-dire sans séparation urines / matières fécales.

La collecte de l'ensemble des excréments se fait dans des réceptacles situés en dessous de la toilette. Un ajout de litière, dite absorbante et couvrante, est effectué après chaque passage. À la fin de l'évènement, l'ensemble des matières est acheminé vers une plate-forme de compostage (autonome/personnelle ou collective), où un ajout de litière « respirante » est effectué (broyat, paille, etc.). Ces excréments contiennent de nombreux micro-organismes (bactéries, virus, parasites) pathogènes ou non. On estime qu'un gramme de fèces contient 10^{12} bactéries (flores totales) dont 10^8 d'*E. coli*.

Dans le cas des TS, les excréments sont le plus souvent hygiénisés par « compostage » avant réutilisation. Procédé de dégradation aérobie exothermique, il permet une montée en température de la matière et d'obtenir un produit stable, et pouvant être utilisé comme amendement agricole.

L'étude de la « Gestion des matières des Toilettes Sèches familiales » [19] conclue qu'après une année de traitement des matières fécales certains paramètres sont compatibles avec les seuils de la norme tel que la décroissance de certains indicateurs (*E. coli* et Entérocoques). Cependant d'autres indicateurs sont toujours présents, prouvant que la durée de compostage doit être d'au moins 1,5 ans (sous réserve de la bonne conduite du processus de compostage : montée en température).

¹⁶ Voir la classification du RAE dans rapport « état des lieux des pratiques » [12]

3.2. Dans le cas des TSM, les matières traitées et tamisées peuvent être valorisées à la parcelle. Élaboration des schémas conceptuels d'exposition

Pour qu'il y ait risque sanitaire vis-à-vis d'une substance dangereuse, il est nécessaire qu'il y ait exposition à cette substance. L'analyse des risques doit alors passer par la réalisation d'un « schéma conceptuel d'exposition ». Il s'agit de détailler chacune des étapes de la filière, afin d'étudier si une ou plusieurs personnes peuvent être en contact avec des produits ou matières contenant des agents dangereux, et si oui, dans quelles conditions. La constitution du schéma conceptuel doit permettre :

- D'identifier les sources de pollution (origines, composition), et les agents dangereux pouvant leur être associés,
- D'identifier les différents milieux de transfert, leurs caractéristiques et les éventuels effets associés (survie, inactivation, modification, pression de sélection, etc.),
- D'identifier les usagers et populations à protéger,
- De préciser les relations / interactions qui existent entre les trois thèmes précédents.

Ainsi, les questions à se poser pour établir un schéma conceptuel sont : qui ? quoi ? où ? comment ? à quelles fréquence et intensité ?

La réponse à ces questions n'est pas toujours quantitative, mais elle doit être à minima qualitative. Dans le cas précis des TSM, l'analyse « filière » est indispensable à l'établissement des schémas conceptuels d'exposition. L'ensemble du processus, depuis la pose des toilettes mobiles sur les événements, jusqu'à l'étape ultime de valorisation des matières collectées a été analysé.

Les phases démontrant l'exposition d'une personne (prestataire, salarié ou bénévole) à des agents infectieux d'origine fécale sont les suivantes : la collecte, le transport, le traitement et la valorisation des matières.

Il est à préciser que l'analyse porte uniquement sur les risques sanitaires qu'encourent les professionnels de la filière d'assainissement.

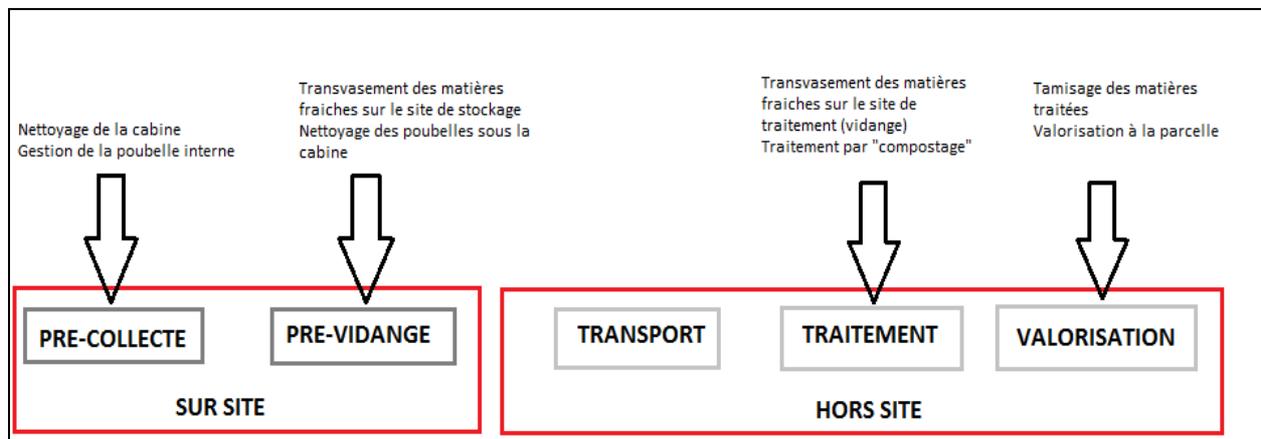


Figure 70: Schéma global des maillons définis

3.2.1 La collecte

Ce maillon se découpe en trois temps de travail :

- la pose de la TS, le plus souvent effectuée par le prestataire ou ses salariés (rarement par un membre de l'organisation),
- l'entretien de l'intérieur de la cabine (prestataire ou bénévoles pour près de 80% des événements référencés),
- le démontage.

La pose des TS n'implique pas de risques sanitaires a priori, contrairement aux temps de travail de nettoyage des cabines et de démontage.

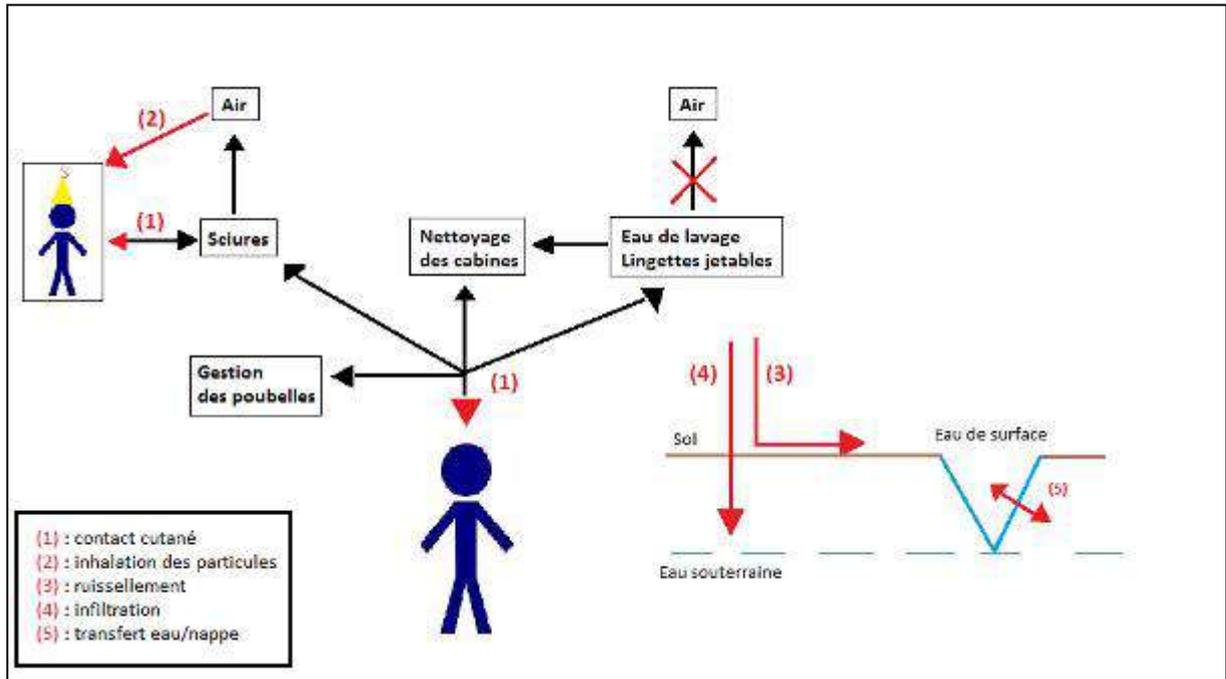


Figure 71: Schéma d'exposition pour le maillon « collecte »

17

D'après l'article R4424-5 code du travail [20], il est rendu obligatoire aux salariés d'utiliser des équipements de protection individuels (EPI) afin d'éviter tout risque de contamination. A priori, les salariés sont donc moins exposés aux risques sanitaires que les bénévoles...

L'opérateur (protégé ou non) peut être exposé aux agents dangereux microbiologiques lorsque qu'il nettoie le siège, les poignées de porte ou manipule les poubelles se trouvant dans la cabine. Dans ces poubelles, il est possible d'y retrouver des « indésirables du compostage » riches en pathogènes (serviettes hygiéniques, préservatifs usagés, etc.). Il est donc nécessaire d'être vigilant afin d'éviter toute contamination (voie d'exposition 1). L'enquête auprès des prestataires indique que le produit le plus fréquemment utilisé lors du nettoyage des cabines et des réceptacles est un mélange d'eau et d'huiles essentielles ; viennent ensuite le savon, le désinfectant écologique, le vinaigre blanc et l'eau de Javel, cf figure 72.

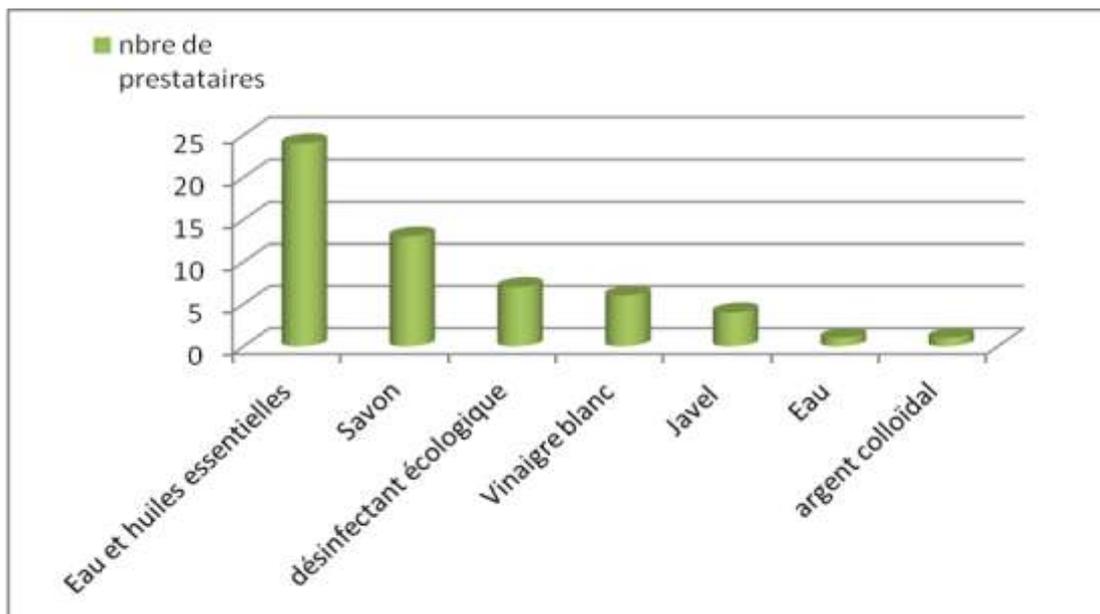


Figure 72: Type de produit utilisé pour le nettoyage des cabines

¹⁷ Une voie de transmission barrée signifie qu'a priori la probabilité de contamination est faible.

Il est à noter que le nettoyage est réalisé dans plus de 90% des cas après chaque vidange soit tous les 15-30 min selon l'affluence.

Les publications prouvent que les huiles essentielles (HE) ont un pouvoir désinfectant certifié [21] [22] [23]. Plusieurs études ont montré des fuites d'ions Potassium des cellules d'*E. coli* et d'Entérocoques prouvant la lyse/mort de ces micro-organismes indicateurs de contaminations fécales, en contact d'HE (thymol).

Dans le cas du lavage des réceptacles [nettoyés après chaque vidange pour 75 % des répondants, en fin de journée pour 6 % et en fin d'évènement pour 19 %], où cette eau de lavage, chargée en pathogènes, est-elle rejetée / éliminée ?

Cela peut dépendre de plusieurs facteurs : la taille de l'évènement, le volume d'eau de lavage utilisé, le type de sol (terre, bitume, perméabilité..), etc. A priori, si les eaux de lavage sont déversées sur un terrain faiblement argileux ou enherbé avec une nappe éloignée, le risque environnementale est faible (ainsi les voies 3-4-5 sur le schéma d'exposition peuvent être supprimés) - contrairement au cas où elles sont déversées en zone inondable.

Cette question n'a pas été posée lors des enquêtes, il est donc suggéré de réaliser une campagne d'observation lors du déroulement de l'étude. Le nettoyage en service n'est peut-être pas suffisant pour garantir que toutes les parties à manipuler en démontage ont bel et bien été désinfectées. L'inhalation par l'opérateur en charge du nettoyage de microgouttelettes d'eau souillée est possible.

Un ajout de litière absorbante (majoritairement de la sciure/copeaux) est réalisé après chaque passage. Si la nature de cette litière est très variable d'un loueur à un autre, il est possible de se demander si elle est traitée chimiquement ou non contre les champignons ou les moisissures avant la vente et si elle représente un risque d'inhalation (voie d'exposition 2) pour l'utilisateur ou l'opérateur lorsqu'il renouvelle le stock de litière situé dans la cabine ?

D'après les structures qui seront suivies, les sciures/copeaux proviennent de menuiseries / scieries ou d'entreprises de meuble, non traitées (supprimant d'éventuel risque allergène pour l'opérateur et le festivalier) dans tous les cas et dont la provenance est bien traçable. Il est observé par certains professionnels que les copeaux de bois (plus souvent utilisés en festival) comportent moins de particules fines. Cependant le risque d'inhalation de poussières existe, dépendant de la granulométrie de cette dernière.

Une campagne d'observation est suggérée sur la provenance et le traitement éventuel de la sciure et des copeaux, ainsi que sur la granulométrie.

3.2.2 La pré-vidange

On observe sur place deux types de collecte des matières :

- Pour les excréta + litière absorbante, des vidanges régulières des réceptacles (de 60 ou 80L) sont effectuées (que l'on nommera : pré-vidange). Ces matières sont entreposées dans une zone de stockage (il peut s'agir de bacs, cuves ou de bennes dans une zone non accessible au public),
 - Pour les urines + litière (mélange sciure + copeaux très majoritairement), des pré-vidanges peuvent avoir lieu, dans ce cas elles suivent le même schéma que les excréta.
 - Pour les urines « pures », elles sont directement collectées dans de grands bidons (entre 100-1000L), la pré-vidange n'est alors pas nécessaire. Elle ne rentre pas en compte dans le schéma conceptuel ;

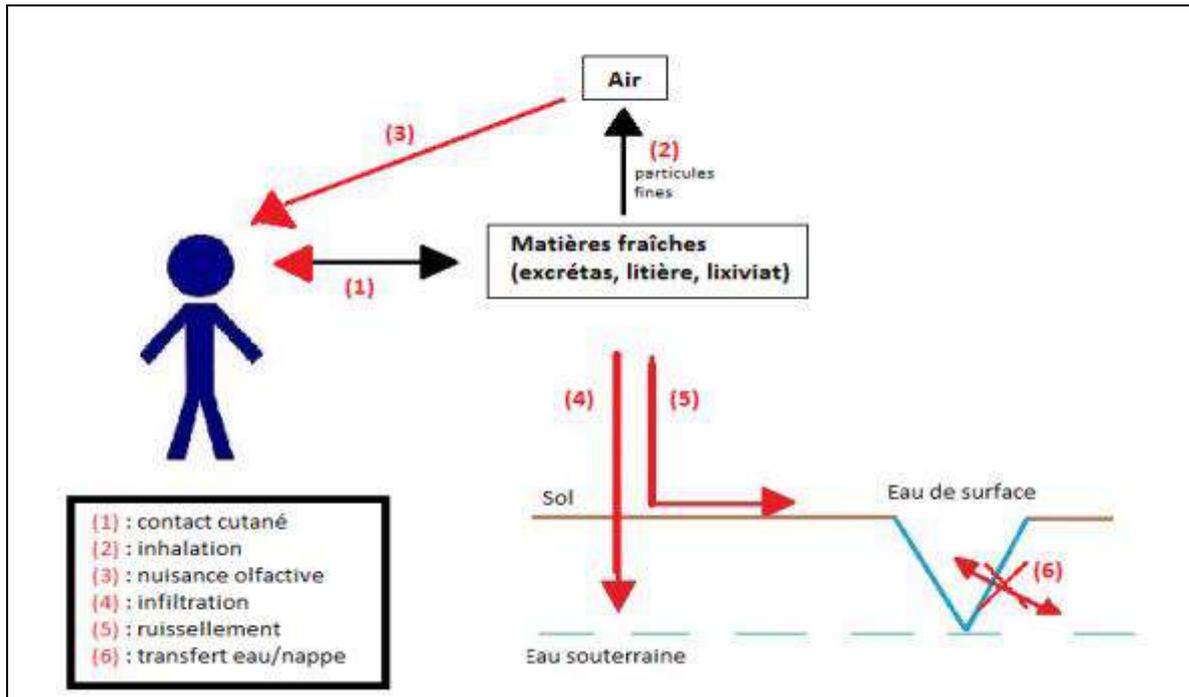


Figure 73: Schéma conceptuel pour le maillon « collecte » des matières fraîches

Des risques d'infiltration et de ruissellement peuvent exister sur la zone tampon (de stockage temporaire). La situation est propre à chaque site. Il est donc suggéré de mener une campagne d'observation lors des actions de terrain sur les festivals. Deux types de pratiques sont observés :

- Les matières fraîches sont dans un sac en amidon, biodégradable (pratique minoritaire) ; auquel cas l'opérateur regroupe tous les sacs attachés sur la zone tampon (zone proche de l'évènement mais sécurisée)
- Les matières fraîches se trouvent dans un réceptacle, l'opérateur doit alors le vidanger dans une cuve plus grande sur la zone de stockage.

Un risque de contamination cutanée ou d'ingestion par éclaboussure existe lors du transvasement du mélange excréta et litière absorbante sur la zone temporaire de stockage. Il faut préciser que dans plus de 80% des cas, l'individu qui manipule ces matières porte des gants.

3.2.3 Le transport

L'analyse du risque sanitaire lors du transport des matières sera mesuré pour les filières excréta + litières dans deux types de véhicule distincts : un utilitaire et un poids lourd.

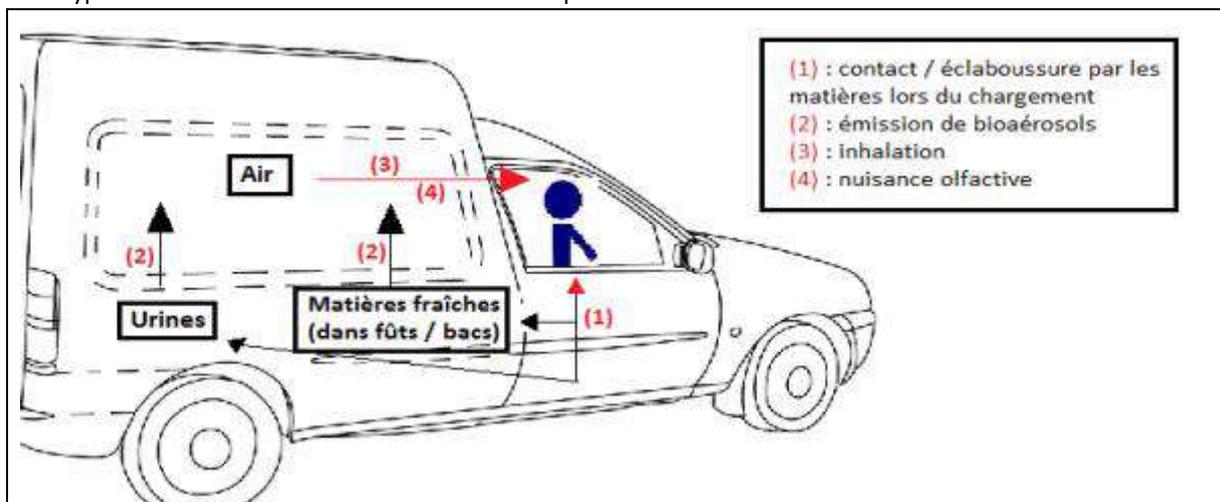


Figure 74: Schéma conceptuel pour le maillon « transport » des matières fraîches dans le cas d'un véhicule utilitaire (pas de séparation avec l'habitacle)

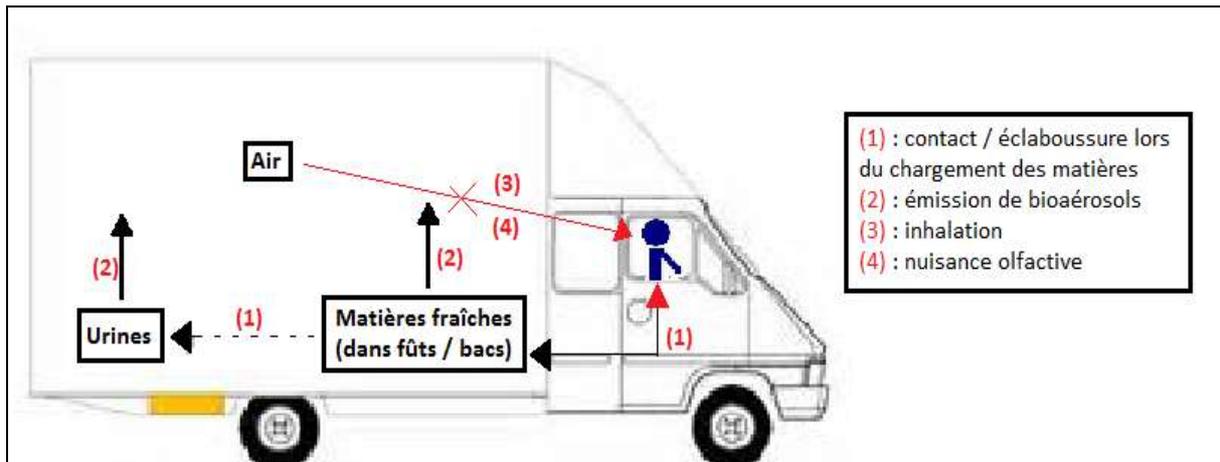


Figure 75: Schéma conceptuel pour le maillon « transport » des matières fraîches dans le cas d'un camion (séparation avec l'habitacle)

L'analyse des émissions de particules fines (litière ou fines gouttelettes d'urine) semble peu pertinente à réaliser. D'une part, parce que la distance séparant le lieu de l'évènement et l'aire de compostage est généralement inférieure à 150km et d'autre part car les matières collectées sont placés dans des réceptacles étanches et/ou hermétiques.

Comme le mentionne le rapport de 2007 « Base scientifique de l'évaluation des risques sanitaires relatifs aux agents pathogènes » [24], il existe peu de données sur les bioaérosols générés par les boues. Tandis qu'il existe une plusieurs dispositifs d'échantillonnage des bioaérosols (de trois catégories distinctes : impaction sur une surface solide ou semi-solide comme de la gélose, "méthode impiger" = barbotage dans un liquide et filtration). Les erreurs de mesures et les protocoles étaient encore divers et nombreux [25] jusqu'à récemment. Aujourd'hui, des progrès ont été faits bien que les prélèvements aériens soient complexes. Il est possible de les mettre en œuvre en gardant en tête les variations en microorganismes dans l'air engendrée par des actions à des moments clés du compostage (retournement des tas, manipulation des produits de manière générale) [26]. Le décomptage des micro-organismes dans l'air est alors très souvent faussé, malgré les répliques d'analyses effectués. De plus, les effets infectieux par inhalation nécessitent que le micro-organisme pathogène soit vivant et ait gardé son pouvoir infectant. Or, en réalité, les agents pathogènes (bactéries, virus et parasites) dans les aérosols de matières premières fraîches sont peu nombreux. [26]

Par ailleurs, il est déconseillé d'utiliser un véhicule particulier afin d'éviter tout risque de salissures et de « contamination indirecte ».

3.2.4 Le traitement

❖ Les urines

Seront suivi les filières urines pures et urines + litière collectés dans des cuves de 1 000L.

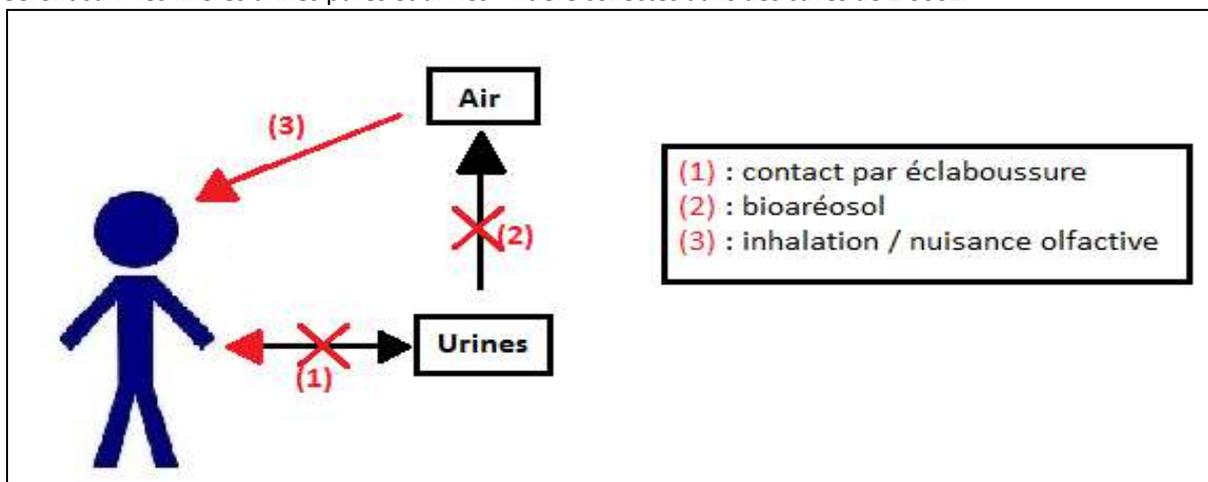


Figure 76: Schéma conceptuel pour le maillon « traitement » des urines

Majoritairement les urines collectées lors d'un évènement sont recirculées pour ajuster l'humidité des matières en cours de traitement et sont donc traitées par « compostage »¹⁸. On trouve en seconde position le traitement des urines par stockage ; dans ce cas seule la voie d'exposition 3 est observable (nuisance olfactive).

Les urines sont généralement stériles quand elles quittent l'organisme. Ceci n'est pas le cas lorsque l'individu présente une infection urinaire due à des bactéries du genre colibacille ; responsable entre autre de la cystite. Il est également possible de retrouver les *Leptospira interrogans* (généralement transmis par les animaux infectés), *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi* et *Schistosomia haematobium* [27] [28].

D'après les données de l'Anses, peu de cas d'infection par *Schistosomia* (ou bilharziose) sont détectés (variation en fonction des années, par exemple 1 seul cas a été détecté en Corse en 2014) en France. Le taux de prévalence et d'incidence étant faible (voire quasi nulle), on peut considérer ces agents infectieux comme inexistant en France métropolitaine. De même pour les *Salmonella typhoïde* et *paratyphoïde*. De nos jours, ces organismes ne sont présents que rarement dans les pays développés [27] [29].

Les indicateurs fécaux usuels comme *E. coli* ne sont pas utilisables pour le suivi de la contamination fécale de l'urine, en raison de leur brève durée de survie dans l'urine (OMS, 2006).

Afin de garantir l'innocuité de ces urines, l'OMS préconise des temps de stockage et des applications sur des cultures différenciées suivant la température permettant l'augmentation du pH (aux alentours de 9) de la solution et l'inactivation des pathogènes présents ; ce qui consiste à un traitement sans manipulation et sans risque pour l'individu lors de cette étape. Si ces conditions de stockage sont assurées dans les villes du Sud de la France, ce n'est pas le cas pour la moitié Nord du territoire français métropolitain¹⁹. Ainsi, la durée du traitement doit être automatiquement augmentée.

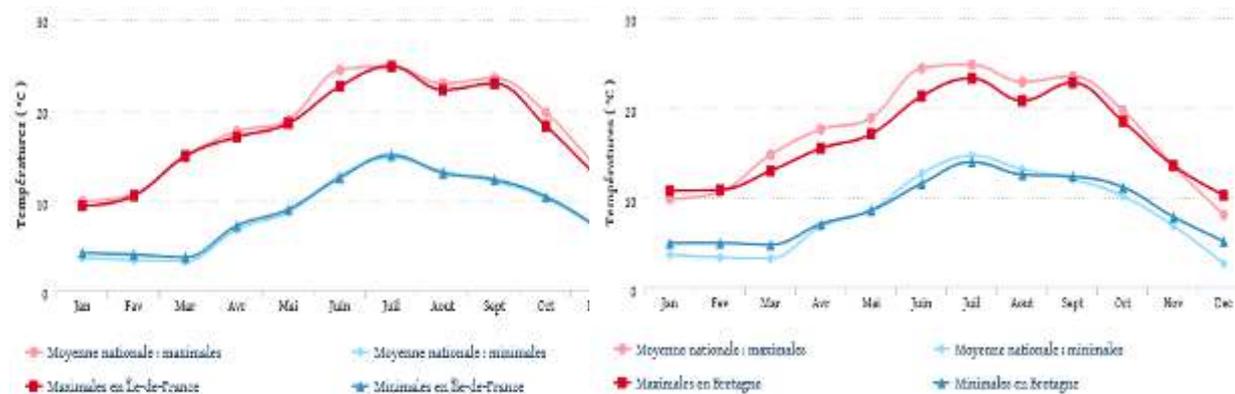


Figure 77: Graphiques des moyennes de températures de 2014 pour les régions du Nord de la France (à gauche Ile-de-France et à droite Bretagne)

¹⁸ Lorsque l'urine est recirculée, le risque « contact » par éclaboussure est possible.

¹⁹ Source : MeteoFrance.com

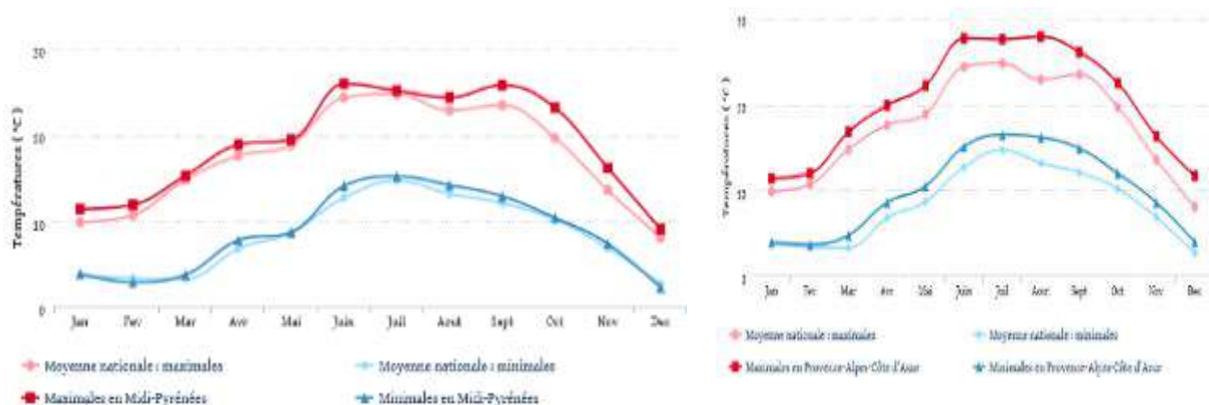


Figure 78: Graphiques des moyennes de températures de 2014 pour les régions du Sud de la France (à gauche Midi-Pyrénées et à droite Provence-Alpes Côte d'Azur)

On peut voir sur les figures 78 et 79 que pour les régions du sud les moyennes des températures mensuelles sont supérieures à 20°C sur une période de 6 mois (et plus dans certains cas). Ce n'est pas le cas pour les régions du nord de la France métropolitaine (Bretagne et Île-de-France). Ainsi, seule la mesure du pH (vers un pH basique supérieur ou égal à 9) permet de valider l'hygiénisation du produit.

L'urine est composée essentiellement d'eau (95%) et d'urée (3%). Cette urée se décompose naturellement selon la réaction suivante : $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NH}_4^+ + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^-$

Le milieu devient basique par la formation d'ions hydroxyde et carbonates, se traduisant par une augmentation de pH. L'augmentation de l'ion ammonium associé au pH basique permettent l'inactivation des micro-organismes pathogènes grâce à la formation de l'ammoniaque dans la solution ($\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3(\text{aq})$) [29] défavorable à la majorité des micro-organismes.

Ce stockage a un avantage double : une hygiénisation des urines par destruction des agents pathogènes et une précipitation du Phosphore et de l'Azote, évitant le phénomène d'eutrophisation d'eau de surface. Une autre étude a démontré que la combinaison de l'urée (contenu dans l'urine) et de températures comprises entre 14 et 34°C permet d'abattre efficacement les pathogènes présents dans les matières à traiter (comme le *Salmonella* et *E. coli*) grâce à l'augmentation du pH [30].

Un risque d'eutrophisation du milieu subsiste tout de même. Cela est dû aux pertes d'Azote et de Phosphore de la zone de traitement, par ruissellement/érosion vers les eaux superficielles, et/ou percolation verticale au-delà de la zone racinaire vers les eaux souterraines. Ces pertes sont fortement liées à la séquence climatique qui suit l'apport (pluies déclenchant un drainage qui entraîne les nitrates en profondeur), au type de sol sur lequel est fait l'épandage et au système de culture.

❖ Les excréta

Au regard des premiers résultats de l'état des lieux des pratiques de gestion des matières de TSM, deux traitements des excréta distincts seront suivis :

- sur une plate-forme de compostage autonome, non étanche, avec ajout de litière respirante (broyats, brindilles, paille, etc.) et de déchets de cuisine.
- sur une plate-forme de compostage collective, étanche (avec récupération et traitement des lixiviats - comme exigé par la norme de 2009) [31], avec ajout d'autres déchets biodégradables (déchets verts, etc. non spécifié pour le moment)

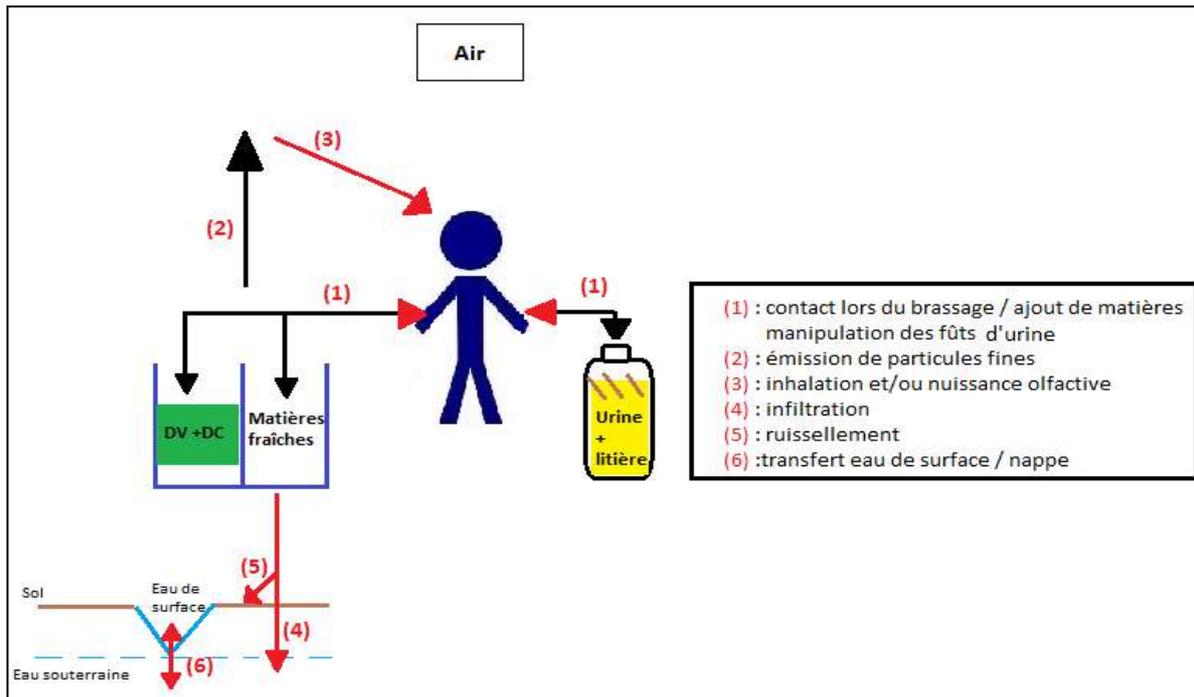


Figure 79: Schéma conceptuel pour le maillon « traitement » des matières fécales sur une plate-forme autonome non étanche

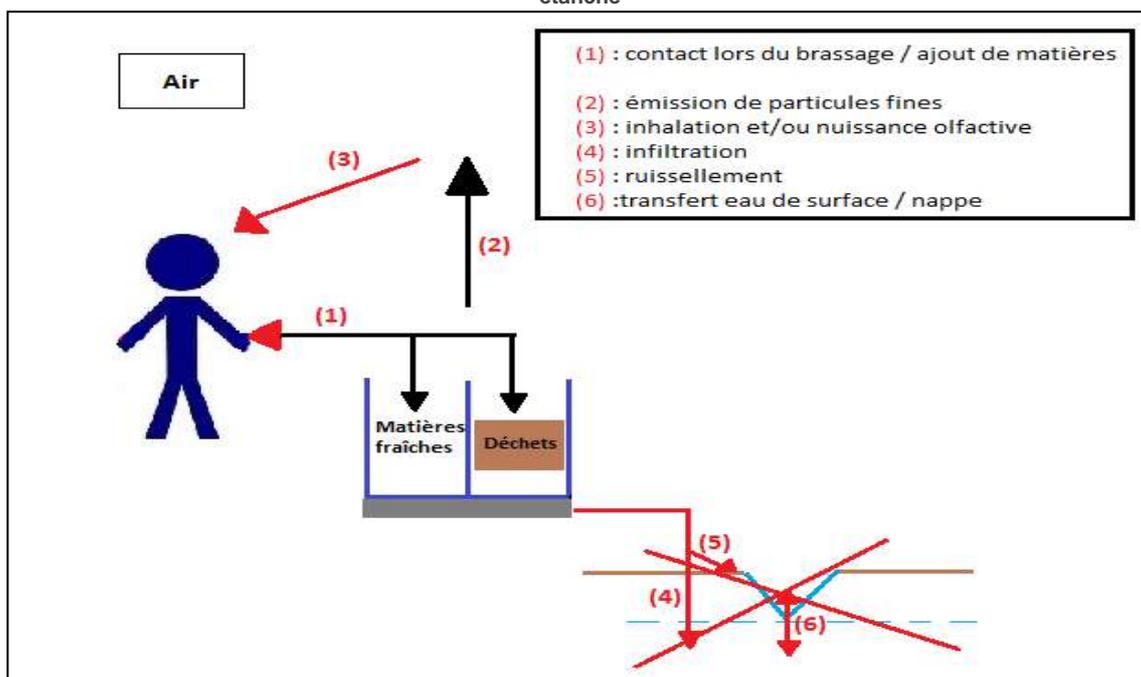


Figure 80: Schéma conceptuel pour le maillon « traitement » des matières fécales sur une plate-forme collective autorisée étanche

Dans le cas du traitement par compostage sur plate-forme autonome, l'arrosage du tas par les urines + litière entraîne un risque d'éclaboussures sur la peau et/ou les vêtements. Lors du brassage du tas en phase de traitement ou traité, on peut observer la mise en suspension dans l'air de certaines matières asséchées. Il y a alors un risque par contact et surtout un risque d'inhalation des particules fines comportant des micro-organismes pathogènes (= bioaérosols) provenant des excréta à l'origine mais également ceux apparus lors du compostage (bacilles, actinomycètes et champignons). Ce risque est accru lors des phases de brassage. Ils peuvent représenter un risque allergique pour l'opérateur. En particulier, pour les composts très secs les particules pénètrent plus profondément l'arbre respiratoire. Nous soulignons qu'un compost bien géré se doit de rester humide.

Les déchets verts (DV) correspondent à des tontes de gazon, de la taille de haies, des branches d'élagage, des feuilles mortes et des fleurs mises au rebut. Les déchets de cuisine sont divers et variés, ainsi une multitude d'agents pathogènes peuvent être retrouvés.

Dans le cas de la plate-forme collective, les percolas (eau de pluie et urines ayant été en contact avec les fèces) chargés en micro-organismes pathogènes sont récupérés dans des bassins puis sont traités afin d'abattre la DCO avant rejet. Ainsi le risque de pollution des eaux de surface et de la nappe est quasi nul. Les voies d'exposition 4 -5-6 sont donc inexistantes, contrairement au traitement sur une plate-forme autonome, où nous ne connaissons pas les volumes de lixiviat produits.

3.2.5 Valorisation

❖ Les urines

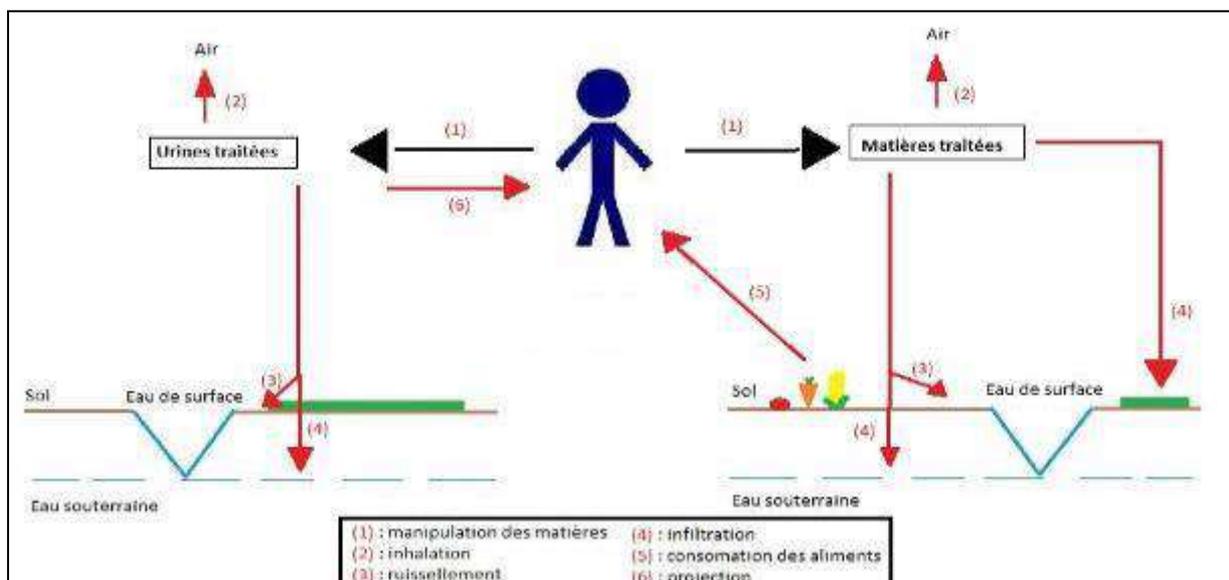
De nombreuses expériences ont été réalisées sur l'utilisation des urines comme engrais. Cette valorisation semble intéressante puisque les urines contiennent les principaux nutriments. Dans le cas des eaux usées domestiques, 80 % de l'azote, 55 % du phosphore et 60 % du potassium proviennent des urines [27].

❖ Les fèces

L'hygiénisation a été définie (en 1998) par le Conseil Supérieur d'Hygiène Public de France²⁰ comme un traitement qui vise à réduire à des niveaux acceptables les concentrations d'agents pathogènes dans les boues. Les boues sont considérées comme hygiénisées si en sortie de système les concentrations sont inférieures à certaines valeurs limites. [33] Les matières compostées, avec ou sans ajout de déchets verts/cuisine/ou autre, retourneront aux sols après 1,5 ans de maturation minimum [19] (pour le compost personnel – durée de maturation réduite pour les plates-formes de compostage). C'est le temps nécessaire pour que la dégradation aérobie des matières ainsi qu'une montée en température supérieure à 50°C sur une durée de 15 jours, puissent avoir lieu et abattre les pathogènes présents. On donne dans les réglementations les couples temps température suivants :

- 55°C pendant 14 jours,
- 60°C pendant 7 jours,
- 65°C pendant 3 jours ;

Cependant il est difficile d'atteindre ces conditions d'hygiénisation des matières avec des petits volumes. Ce qui n'est pas le cas pour les plates-formes traitant de gros volumes. L'étude sur les TS familiales [19], des petits volumes donc, a démontré qu'il n'y avait pas de montée en température significative (>50°C – entre autre dû aux faibles volumes traités), cependant l'abattement de certains indicateurs de niveau de traitement est observé, grâce à d'autres facteurs de destruction (celui de la durée notamment).



21

Figure 81 : Schéma conceptuel pour le maillon « valorisation » des matières traitées

²⁰ LE CSHPF n'existe plus et ses activités ont été reprises par l'ANSES

²¹ Matières traités : excréta + urines + litière

Après le traitement, des éléments grossiers peuvent subsister et renfermer des agents infectieux. Il est donc nécessaire de tamiser avant toute valorisation et de remettre le refus de tamis au compost. L'inhalation des poussières lors du tamisage est un risque sanitaire pour l'opérateur, il est préférable d'utiliser un masque pour réaliser cette action et lors de l'épandage sur la parcelle.

L'exposition directe aux différents polluants et agents pathogènes se produit par le contact cutané, l'inhalation de particules de sol ou de fractions de compost en suspension, l'ingestion due à une mauvaise hygiène (mains sales).

De manière indirecte, la contamination est possible par la consommation de fruits ou de légumes ayant été en contact avec un compost mal hygiénisé et n'ayant pas été lavés. Nous centrons notre travail sur les risques sanitaires spécifiques pouvant atteindre les professionnels. Nous estimerons que si les matières traitées sont assainies alors le risque indirect cité ci-dessus est nul.

3.3. Synthèse

Les différents schémas conceptuels d'exposition ont été élaborés à partir d'observations empirique et de retours d'expériences. Ils reposent sur les risques sanitaires auxquels les opérateurs peuvent être exposés ainsi que la population en général via une contamination environnementale.

En ce qui concerne les risques professionnels, il a été montré que pour réduire au maximum l'exposition, l'opérateur doit porter l'équipement suivant :

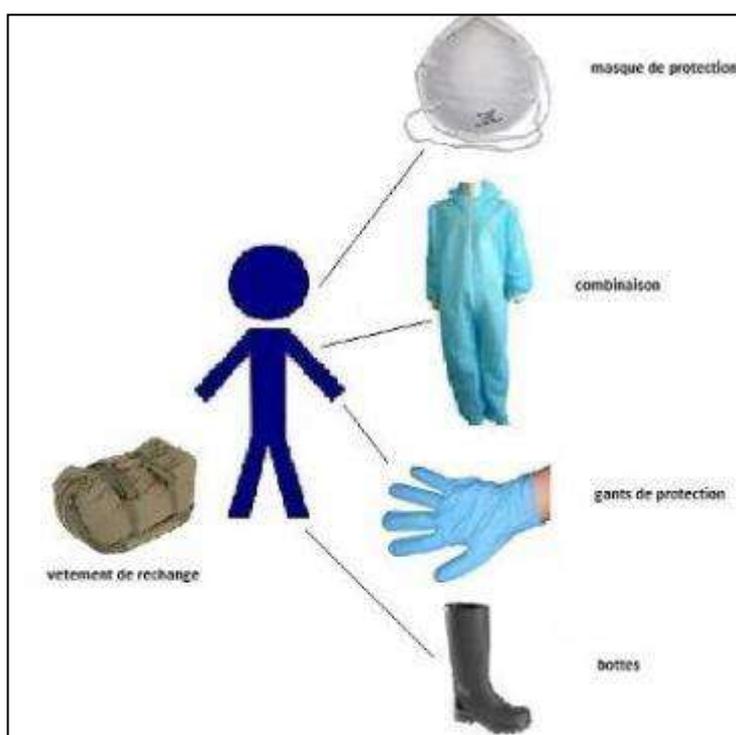


Figure 82 : Suggestion de l'équipement de l'opérateur

Le port de gants, de vêtements longs ainsi que d'un masque sont fortement recommandés à tous les maillons de la filière d'assainissement (comme suggéré dans la charte du RAE). Un point de lavage est nécessaire à chaque étape afin de réduire au maximum les contaminations post-opératoire.

Dans le rapport « Directives de l'OMS pour l'utilisation sans risques des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, volume IV 2006 » [32], il est préconisé d'utiliser des équipements de protection individuelle. Lesquels ? Le rapport ne les liste pas, cependant nous pouvons imaginer qu'il s'agit de ceux décrits dans la figure 83. Par analogie, les vidangeurs agréés en ANC ont l'obligation de porter les mêmes EPI (Équipements de Protection Individuelle) réglementaires²².

²² Source : http://www.travailler-mieux.gouv.fr/spip.php?page=risque-prevention&id_article=2



Par analogie, l'INERIS recommande pour les agriculteurs qui épandent :

- Le port de vêtements de travail spéciaux à ôter en dehors du lieu de l'épandage pour éviter tout transfert de contamination
- Le lavage sélectif des vêtements
- Le port d'un masque
- Une hygiène personnelle stricte afin d'éviter toute ingestion accidentelle de boues.

Idem pour l'INRS²³ qui préconise (entre autres) aux professionnels de l'assainissement tels que les égoutiers ou les travailleurs en STEP :

- d'avoir une tenue de travail
- de prendre une douche après le travail
- de se changer avant de quitter le travail.

L'analyse des risques résiduels va être faite en tenant compte de ces différents schémas d'exposition, et des informations collectées lors des visites de terrain en festivals et sur les plates-formes de compostage pour observer la réalité du respect des règles d'hygiène pour les « travailleurs ». Nous notons qu'une partie des travailleurs est bénévole, ce qui complique l'obligation du respect de ces recommandations.

4. Analyse des risques spécifiques éventuels liés à la filière toilettes sèches mobiles

4.1. Recherche bibliographique sur les agents infectieux présents dans le cadre de l'usage des TSM

Beaucoup d'agents microbiologiques sont potentiellement présents dans les déchets. Une liste des micro-organismes que l'on peut retrouver dans les boues contenant des fèces en dénombre plus d'une cinquantaine²⁴. La question posée est : lesquels sont les plus pertinents à retenir?

En s'inspirant de la thèse de Brouillard et de Pompee [33] [34] et de la liste ci-dessus (visées par la réglementation française), nous allons appliquer la méthode suivante :

- Identifier les agents apparaissant dans les textes réglementaire français ;
- Les classer selon les pathogènes visés par le Centre National de Référence (CNR) ;
- Les classer selon leur mode de transmission

4.1.1. Les pathogènes à caractère réglementaire

Nous avons vu qu'aucune loi en France n'existe sur les matières issues de Toilettes Sèches Mobiles. Nous allons donc nous intéresser à la réglementation des matières analogues, à savoir :

- NF U44-051 – sur les amendements organiques ;
- NF U44-095 sur les amendements organiques contenant des MIATE ;
- Arrêté du 08/01/98 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 08/12/97 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées ;
- Arrêté du 21/12/98 relatif à l'homologation des matières fertilisantes et des supports de culture.

Les agents pathogènes (pathogènes et indicateurs) qui y figurent sont répertoriés ci-dessous :

Tableau 3: Agents pathogènes

NF U44-051	NF U44-095	Arrêté 08/01/98	Arrêté 21/12/98
------------	------------	-----------------	-----------------

²³ <http://www.inrs.fr/metiers/environnement/assainissement-eau.html>

²⁴ http://ec.europa.eu/environment/archives/waste/sludge/pdf/sludge_eval.pdf

<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella spp</i>	<i>Escherichia coli</i>
Entérocoques	Entérocoques	Entérovirus	Entérocoques
Œufs d'helminthes viables	Œufs d'helminthes viables	Œufs d'helminthes viables	Levures et moisissures avec <i>Aspergillus</i>
<i>Salmonella spp</i>	<i>Salmonella spp</i>		<i>Salmonella spp</i>
<i>C. perfringens</i>	<i>C. perfringens</i>		<i>C. perfringens</i>
<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>		<i>Staphylococcus aureus</i>
			Œufs et larves de nématodes
			Organismes aérobies à 30°C

Les agents infectieux mentionnés dans les textes de recommandation, auxquelles il faut porter une attention particulière sont :

Tableau 4: Agents infectieux mentionnés dans les textes de recommandation

OMS	ANSES ²⁵	INRS	CSHP ²⁶
<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia coli</i>	Endotoxines	<i>Salmonella</i>
<i>Campylobacter spp</i>	<i>C. perfringens</i> (formes végétatives et spores)	Mycotoxines	Oeufs d'helminthes pathogènes viables ²⁷
<i>Salmonella spp</i>			Entérovirus
Ascaris			
<i>Giardia : Cryptosporidium</i>			
Rotavirus			

4.1.2. Centre National de Référence

Les arrêtés du 26 Avril 2002 et du 8 Octobre 2002 fixent la liste des Centres Nationaux de Référence (CNR) pour la lutte contre les maladies transmissibles et les laboratoires associés [73, 74]. Ces CNR peuvent être rattachés à l'Institut Pasteur, à des universités ou des laboratoires. Ces structures appuient les autorités sanitaires en matière de diagnostic, de surveillance épidémiologique et de recherche.

4.1.3. Mode de transmission

Ils existent trois types de transmission possible entre les agents pathogènes et l'opérateur : cutanée, ingestion et inhalation. Il faut aussi considérer la contamination secondaire : transmission d'un agent pathogène d'un individu en contact avec le milieu contaminé étudié à d'autres personnes, non exposées à ce milieu. Ainsi, une personne exposée à une source infectieuse peut, dans un deuxième temps, contaminer son entourage. Ces contaminations secondaires peuvent avoir lieu lorsque les micro-organismes sont, selon les voies d'exposition en jeu, excrétés dans les selles, la salive ou les sécrétions nasales. Ces transmissions secondaires constituent bien une spécificité du risque microbiologique, puisqu'elles n'existent pas pour des agents chimiques.

4.2. Proposition d'agents infectieux pertinents à suivre

²⁵ relatif à une demande d'appui scientifique et technique concernant un projet de norme NF U44-003 visant les boues d'épuration urbaines traitées à la chaux

²⁶ Section des eaux du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (ANSES) vis-à-vis des risques liés à l'épandage des boues résiduaires des stations d'épuration urbaines ou mixtes

²⁷ Considérés ici pour leur valeur d'indicateurs d'efficacité de traitement et non de risque

Tableau 5: Liste des agents pathogènes qui semble pertinents à suivre

		Indicateurs de traitement / d'hygiénisation	Suivi par un CNR	Transmission oro-fécale
Bactéries	<i>E. coli</i>	X	X	+++
	Entérocoques	X		+
	<i>Salmonella spp</i>		X	+++
	<i>C. perfringens</i>	X		-
	<i>Listeria monocytogenes</i>	X	X	-
	<i>Campylobacter spp</i>	X		-
Virus	Entérovirus			+++
	Rotavirus			+++
Helminthes	<i>Ascaris</i>			+++
	Œufs d'Helminthes viables	X		+++
autres	Levures et moisissures + <i>Aspergillus</i>	X		-
	Œufs et larves de nématodes			-
	<i>Gardia : Cryptosporidium</i>	X		-
	Endotoxines			-
	Mycotoxines			Ingestion

Le tableau ci-dessus liste les différents pathogènes susceptibles d'être analysés. On y retrouve à la fois des pathogènes initialement présents dans les matières fraîches et d'autres qui peuvent apparaître au cours du compostage (tels que les levures et les moisissures). Sont également recensés des indicateurs de traitement (tel que *E. coli* ou Entérocoques).

Selon l'OMS, les *Salmonella* et *E. coli* constituent une préoccupation générale sous l'angle des risques microbiens liés à l'utilisation de divers produits fertilisants (fèces, boues d'épuration, fumier animal, notamment). Ces bactéries sont également importantes en tant qu'agents de zoonoses (transmission entre humains et animaux, avec contamination par les fèces/ le fumier).

Après échanges dans le cadre du comité de pilotage n°2 de l'étude (voir Compte Rendu COPIL n°2), les arbitrages ci-dessous ont été réalisés.

Afin de juger du bon déroulement du processus de compostage, seront suivis les indicateurs de bon traitement : *E. coli*, Entérocoques (plus résistant que les *E. coli*), *C. perfringens*. (très bon indicateur d'hygiénisation du compost). Seront suivis les *Salmonella spp* qui sont des bactéries aéro-anaérobies et dont la transmission oro-fécale est non négligeable. Connaître au début du compostage le taux de présence d'*E.Coli*, Entérocoques et *C. perfringens* et les mesurer en fin de compostage permet de voir l'action de ce dernier et de le qualifier. Toutefois, ces mesures permettront de dire si le compostage est hygiénisant et s'il protège les consommateurs. Car on estime alors que les micro-organismes pathogènes ont subi la même hygiénisation. Cependant, il faut avoir conscience que ces indicateurs ne permettent pas d'évaluer le risque pour les personnes qui manipulent les résidus de TS puisqu'ils ne sont pas pathogènes.

Dans la catégorie des virus à suivre, nous avons sélectionnés l'Hépatite A. S'il n'existe pas de référentiel sur ce virus, il est intéressant de le suivre car il est d'une part très résistant dans différents milieux et il permet également d'avoir des informations sur la population qui utilise les dispositifs de TSM.

Il est nécessaire de mesurer des pathogènes avant et au début du compostage pour estimer les dangers des expositions des opérateurs. Sont retenus les *Salmonella* et le virus hépatite A dans les premières étapes de la filière (manipulation des résidus sur les sites et en entrée de compostage). Dans la mesure du possible, il est préconisé de réaliser une recherche à la fin du compostage.

Il nous est apparu pertinent de suivre les possibilités de contamination des sciures utilisées dans les toilettes sur les usagers et sur les agents des prestataires. Ainsi, nous recommandons d'analyser sur les sciures employés, le champignon *Aspergillus* au moins une fois par prestataire suivi (et donc pas litière employée).

Pour conclure, voici la liste définitive des indicateurs à suivre :

Tableau 6: Liste définitive des agents pathogènes à suivre

Bactéries	<i>E. Coli</i>
	Entérocoques
	<i>Salmonella</i>
	<i>C. perfringens</i>
Virus	Hépatite A
Champignon	<i>Aspergillus</i>
Helminthes	Œufs d'Helminthes viables

4.2.1. Autres paramètres à suivre : physico-chimiques, agronomiques et pharmaceutiques

Les différents paramètres physico-chimiques et agronomiques qui sont pertinent à suivre sont ceux que l'on retrouve dans les normes NFU 44095 et NFU 44051. Ils sont regroupés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7: Liste des paramètres physico-chimiques et agronomiques à suivre

Paramètres physico-chimiques	pH
	Matière Organique
	Pour les phases liquides :
	DBO
	DCO
	NO ₃ ⁻ NO ₂ ⁻ NH ₄ ⁺ /NTK PO ₄ ³⁻
Paramètres agronomiques	Le rapport C/N
	N _{total} , N _{organique}
	% MB de Phosphore (en P ₂ O ₅)
	% de MB de Potassium (en K ₂ O)
	% MB de Magnésium (en MgO)

Quant aux paramètres pharmaceutiques suivis lors de l'étude, ils seront déterminés par l'INSA et l'ADEME. Un paramètre important à suivre pour les agriculteurs qui font de l'épandage est la courbe de minéralisation afin de savoir quand la culture va recevoir l'azote.

4.2.2. Analyse des risques au regard des différentes expositions recensées

Nous vous présentons un tableau récapitulatif associant les différents maillons des filières suivies et les étapes de prélèvement d'échantillons pour les analyses microbiologiques

Tableau 8: Tableau récapitulatif des différents maillons des filières suivies

Filière / Maillon	Collecte	Pré-vidange	Transport	Traitement	Valorisation
Urines pures	Bidon de 1000L	Non	Oui	Par stockage	Epandage



				« compostage sur Plate-forme autonome »	
Urines + litière	Bidon de 1000L	Oui	Oui	« compostage sur Plate-forme autonome »	Epandage
					Epandage
Excrétas + litière	divers	Oui	oui	« compostage sur plate-forme autonome »	Epandage
				« compostage sur plate-forme collective »	
: prélèvement et analyse des paramètres microbiologiques à effectuer					

4.3. Proposition de collecte de données supplémentaires

Nous proposons pour clôturer cette évaluation des risques sanitaires que soit réalisée une collecte de données supplémentaires :

- Comme décrit dans le document de projet, réaliser un questionnaire sur la perception des risques sanitaires des usagers de TDM et pour une dizaine de professionnel de cette filière (de différents maillons) des interview sur la gestion des risques sanitaires.
- Une enquête visuelle du fonctionnement en réelle de la filière.

Une interview des organisateurs d'évènement pour la perception des risques sanitaires